

Licenciatura Noturna de Física
Instituto de Física
UFRJ

Projeto de Instrumentação de Final de Curso

Tecnologias da Informação e da
Comunicação: uma proposta metodológica
de sua utilização no ensino de Física

| | |
|--------------|--|
| Aluno: | Renato Santos Araújo |
| DRE: | 0 9 8 1 1 8 7 9 0 |
| Orientadora: | Deise Miranda Vianna |
| Banca: | Deise Miranda Vianna Carlos Eduardo Aguiar Miguel Angel Gregório |
| Suplente: | Sérgio Ricardo de Souza |

Agosto, 2002



| | |
|--|-----------|
| Sumário | 2 |
| Lista de Figuras | 3 |
| Resumo | 4 |
| Abstract | 4 |
| Introdução | 5 |
| Considerações teóricas | 7 |
| Da formação dos alunos utilizando as TIC's | 7 |
| Da formação dos professores utilizando as TIC's | 9 |
| Justificativa | 11 |
| Objetivos | 15 |
| Etapas de trabalho | 16 |
| I. Levantamento de recursos didáticos | 16 |
| a. Recursos didáticos encontrados na TV, Vídeo e Filmadora. | 16 |
| b. Recursos didáticos construídos no retroprojektor. | 17 |
| c. Recursos didáticos oferecidos nos jogos de videogame. | 17 |
| d. Recursos didáticos gerados com uma câmera fotográfica. | 17 |
| e. Caneta laser como um recurso didático. | 17 |
| f. Recursos didáticos que se apresentam via aparelhagem de som | 17 |
| g. Recursos didáticos potenciais no computador | 17 |
| h. Recursos didáticos existentes na Internet. | 18 |
| II. Análise dos recursos obtidos nas TIC's | 18 |
| a. Da Tv, Filmadora e do vídeo-Cassete | 19 |
| b. Do retroprojektor | 19 |
| c. Do Vídeo-game | 19 |
| d. Da máquina Fotográfica | 20 |
| e. Da caneta laser | 20 |
| f. Do Aparelho de Som | 20 |
| g. Das Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação | 20 |
| h. Das Enciclopédias Multimídias Digitais | 21 |
| i. Dos Softwares | 21 |
| j. Das Linguagens de Programação | 22 |
| k. Dos Applet Java | 22 |
| III. Um Exemplo Didático | 23 |
| a. Conteúdos Fundamentais | 24 |
| b. Reflexão | 30 |
| c. Interferência | 37 |
| Considerações Finais | 42 |
| Bibliográfica Consultada | 43 |

Lista de Figuras

| | |
|---------------------|----|
| <i>Figura 7.3.1</i> | 25 |
| <i>Figura 7.3.2</i> | 25 |
| <i>Figura 7.3.3</i> | 26 |
| <i>Figura 7.3.4</i> | 26 |
| <i>Figura 7.3.5</i> | 27 |
| <i>Figura 7.3.6</i> | 27 |
| <i>Figura 7.3.7</i> | 27 |
| <i>Figura 7.3.8</i> | 28 |
| <i>Figura 7.3.9</i> | 28 |
| <i>Figura 7.4.0</i> | 29 |
| <i>Figura 7.4.1</i> | 29 |
| <i>Figura 7.4.2</i> | 29 |
| <i>Figura 7.4.3</i> | 29 |
| <i>Figura 7.4.4</i> | 30 |
| <i>Figura 7.4.5</i> | 30 |
| <i>Figura 7.4.6</i> | 30 |
| <i>Figura 7.4.7</i> | 31 |
| <i>Figura 7.4.8</i> | 32 |
| <i>Figura 7.4.9</i> | 32 |
| <i>Figura 7.5.0</i> | 32 |
| <i>Figura 7.5.1</i> | 33 |
| <i>Figura 7.5.2</i> | 34 |
| <i>Figura 7.5.3</i> | 34 |
| <i>Figura 7.5.4</i> | 35 |
| <i>Figura 7.5.5</i> | 35 |
| <i>Figura 7.5.6</i> | 35 |
| <i>Figura 7.5.7</i> | 35 |
| <i>Figura 7.5.8</i> | 35 |
| <i>Figura 7.5.9</i> | 35 |
| <i>Figura 7.6.0</i> | 36 |
| <i>Figura 7.6.1</i> | 36 |
| <i>Figura 7.6.2</i> | 36 |
| <i>Figura 7.6.3</i> | 36 |
| <i>Figura 7.6.4</i> | 36 |
| <i>Figura 7.6.5</i> | 37 |
| <i>Figura 7.6.6</i> | 37 |
| <i>Figura 7.6.7</i> | 39 |
| <i>Figura 7.6.8</i> | 39 |
| <i>Figura 7.6.9</i> | 39 |
| <i>Figura 7.7.0</i> | 40 |
| <i>Figura 7.7.1</i> | 41 |
| <i>Figura 7.7.2</i> | 41 |
| <i>Figura 7.7.3</i> | 41 |
| <i>Figura 7.7.4</i> | 41 |

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo expor as contribuições que as Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC's) podem oferecer ao ensino de Física e apresentar um exemplo de utilização destas TIC's para o ensino de um conteúdo específico de Física: conteúdos fundamentais sobre ondas, reflexão e interferência.

Palavras chaves: Tecnologia educacional, Ensino de Física, Ondas, Metodologia de Ensino.

ABSTRACT

The objective of this paper is to show some contributions that Information and Communication Technologies (ICTs) can offer to teaching and present an example of utilization of ICTs for teaching an specific topic on Physics: basic concepts of waves, reflex and interference.

Keywords: educational technology, Physics teaching, Waves, Teaching methodology.

INTRODUÇÃO

As discussões sobre a educação brasileira e os problemas intrínsecos a ela têm sido abraçados em todos os níveis de ensino. Diversas pesquisas e posicionamentos políticos têm sido publicados e realizados no sentido de permitir a melhoria da qualidade de ensino.

E apesar da pesquisa em ensino de Física estar se desenvolvendo, o ensino não. Os dados são cada vez mais alarmantes: sérias dificuldades de operacionalizar funções matemáticas básicas (subtração e divisões) e mesmo alunos incapazes de compreender o que lêem – analfabetos funcionais.

No caso do ensino de Física no nível médio as dificuldades são críticas:

- redução do número de tempos de aula por semana,
- baixos salários que forçam os professores a aumentarem a sua carga horária docente, inviabilizando sua formação continuada,
- alunos que recebem diariamente pela televisão a informação de que médicos, engenheiros e professores ganham cada vez menos e muitos nem emprego possuem e, logo após os comerciais, torcem porque o Fluminense contratou um jogador de futebol muito famoso com salário mensal de 120 mil reais – o suficiente para pagar aproximadamente 200 professores.
- uma metodologia de ensino dos conteúdos cada vez mais ultrapassada, que não mais satisfaz os estudantes, que transforma a aula num momento tedioso.

Esses problemas, entretanto, não é exclusividade do Brasil, mas são mundiais. Alguns países desenvolveram várias políticas e outros realizaram reformas no sistema educacional e obtiveram sucesso. Porém ainda nos encontramos distante de termos toda a população alfabetizada e de dar a ela a oportunidade de viver de forma digna.

Para encurtar essa distância, diversas propostas sociais, financeiras e políticas foram e são apresentadas e publicadas. No tocante à melhoria do ensino, em particular de Física, os caminhos são variados:

- revisão do conteúdo a ser ensinado,
- modificação das formas de avaliação,
- avaliação dos efeitos da utilização de novas metodologias para a aprendizagem,
- inserção de laboratórios,

- mudança do enfoque para o ensino de Física visando outros contextos: tecnológicos, construtivista, CTS, inter, trans e multidisciplinar,
- construção de materiais didáticos específicos,
- aprofundamento teórico/experimental,
- aumento do estímulo para a divulgação científica
- contribuição das tecnologias para aprendizagem de Física
- ensino significativo, a partir de um contexto histórico e epistemológico da Física.
- etc...

Assim, nesta monografia, busco correlacionar a utilização das TIC's com o ensino de conteúdos específicos sobre ondas, tendo em mente as necessidades das mudanças possíveis na Escola.

CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

Da formação dos alunos utilizando as TIC's

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais está presente “um novo perfil para o currículo, apoiado em competências básicas para a inserção de nossos jovens na vida adulta” (PCNEM, BRASIL, 1998b, p.5). Neles é sugerido, como um dos “Rumos e Desafios” da educação em geral, a inserção das tecnologias da informação e da comunicação:

“Com o advento do que se denomina sociedade pós-industrial, a disseminação das tecnologias da informação nos produtos e nos serviços, a crescente complexidade dos equipamentos individuais e coletivos e a necessidade de conhecimentos cada vez mais elaborados para a vida social e produtiva, as tecnologias precisam encontrar espaço próprio no aprendizado escolar regular [...] devendo ser vistas também como processo, e não simplesmente como produto. A tecnologia no aprendizado escolar deve constituir-se também em instrumento da cidadania, para a vida social e para o trabalho. No Ensino Médio, a familiarização com as modernas técnicas de edição, de uso democratizado pelos computadores pessoais, é só um exemplo das vivências reais que é preciso garantir, ultrapassando-se assim o ‘discurso sobre as tecnologias’ de utilidade questionável. É preciso identificar na Matemática, nas Ciências Naturais, Ciências Humanas, Comunicações e nas Artes, os elementos de tecnologia que lhes são essenciais e desenvolvê-los como conteúdos vivos, como objetivos da educação e, ao mesmo tempo, como meios para tanto”.(PCNEM, BRASIL, 1998c, p. 50)

A preocupação com a presença das TIC's na Sociedade e na Escola tem sido tema de diversos debates e artigos e é um consenso, entre os pesquisadores, que a simples inclusão deste recurso na Escola, sem uma mudança da concepção de educação, não irá reverter a situação da educação no Brasil.

Portanto, neste processo, faz-se necessário que a Escola e o professor repensem o ato de educar para que esta tecnologia não venha reforçar uma metodologia de ensino tradicional, que não corresponde às necessidades de hoje e às expectativas do amanhã.

Para isso, os PCNEM propõem uma mudança qualitativa no processo de ensino-aprendizagem, tendo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional como principal referência legal.

A LDB propõe, dentre outras finalidades para o ensino médio *“a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores”* (BRASIL, LDB, Art.35).

Ela não propõe um conteúdo para as disciplinas, mas estabelece princípios e valores para a educação nacional que orientam a ação educativa nas escolas.

É neste sentido que os PCN estimulam os educadores a adotarem uma postura que responda, como indica o parecer 15/98 (BRASIL, 1998a), aos seguintes desafios:

“Aprender a aprender e a pensar, a relacionar o conhecimento com dados da experiência cotidiana, a dar significado ao aprendido e a captar o significado do mundo, a fazer a ponte entre teoria e prática, a fundamentar a crítica, a argumentar com base em fato e a lidar com o sentimento que a aprendizagem desperta”.
(BRASIL, 1998a, p.38)

Assim há a proposta de que *“a formação do aluno deve ter como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos, a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação.”* (PCNEM, BRASIL, 1998b, p.6)
Portanto o professor do ensino médio, em particular o professor de Física, deve oferecer aos estudantes uma *“formação geral, em oposição à formação específica; o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização.”* (PCNEM, BRASIL, 1998b, p.6)

Nesta direção, a inclusão destas TIC's caminham no sentido de tornar a escola contemporânea. Vivemos hoje num ambiente cercado de informação e comunicação, uma sociedade do conhecimento, e excluir essa *Cibercultura* do ambiente de aprendizagem é mais um caminho que leva à exclusão (agora digital) do aluno.

A obsolescência da educação advém do fato que *“os indivíduos toleram cada vez menos seguir cursos uniformes e rígidos que não correspondem a suas necessidades reais e à especificidade de seu trajeto de vida”* (LÉVY, 1999, p.169). É portanto oferecida aos educadores diversas ferramentas e a abertura necessária para que inovem e recriem sua arte.

Da formação dos professores utilizando as TIC's

Ao problematizarmos a questão da educação brasileira é impossível não nos questionarmos sobre a qualidade da formação que os educadores tiveram. Outra questão importante é a possibilidade de oferecer uma formação continuada que supra as falhas de sua formação inicial e atenda às demandas da atual sociedade.

Quanto à formação inicial observamos que uma má formação resulta numa postura dos professores que, em sua maior parte:

“a) reproduzem as práticas e valores vivenciados em seu processo de formação, que desarticula tanto teoria com prática, como formação e trabalho; b) veiculam processos de ensino caracterizados por mecanismos de transmissão/recepção/fixação de conteúdos; c) apresentam atitudes de desesperança e resistência a mudanças; d) apresentam uma atitude pouco crítica em relação à importância de seu papel político-social”.(ABIB e CARVALHO, 2001, p.379).

Esse quadro implica na *“premência de reformulações profundas tanto na formação básica como na necessidade de implementação e programas de formação continuada de professores que estabeleçam um estreitamento de relações entre a universidade e as escolas”* (ABIB e CARVALHO, 2001, p.379).

A necessidade de oferecer uma formação continuada aos professores de Física, para REIS *“é crítica, já que o número insuficiente de professores leva as Escolas a adotarem professores de outros conteúdos como Química, Matemática e Ciências para atuarem nesta disciplina”*. (2001, p.1)

Nesta sentido podemos constatar a preocupação das Secretarias de Educação para *“que os professores do ensino fundamental e médio tenham a oportunidade de melhorar seu desempenho e utilizar tecnologias na sua prática pedagógica”* (SEED/MEC, 2001b, p.8). Essa preocupação se manifesta através da criação do curso de extensão *Tv na Escola e os Desafios de Hoje*, direcionado para professores, diretores, coordenadores pedagógicos, supervisores e outros profissionais de escolas públicas do ensino fundamental e médio.

Paixão LINHARES et al (2001) fez um levantamento para o estabelecimento de um programa de formação continuada, com uma amostra de 75 professores de Física de escolas do ensino médio e constatou que os professores têm grande interesse pela sua formação continuada. Esse interesse deriva da constatação de que o mundo mudou muito rápido e que seu papel, hoje, já não é mais o da década passada.

O que difere os séculos passados dos séculos XX e XXI é a velocidade que com esta transformação está ocorrendo. Dentre as diversas modificações, vivemos uma revolução sem precedentes: a da comunicação.

A comunicação global, permitida pela Internet, potencializa o coletivo intelectual (LÉVY, 1993) que gera avanços em todas as áreas da ciência, provocando um avanço nas técnicas e permitindo criar novas profissões, mais intelectuais, e reduzir a necessidade de outras, mais braçais. Assim,

“a demanda de formação não apenas conhece um crescimento quantitativo, ela sofre também uma profunda mutação qualitativa no sentido de uma necessidade crescente de diversificação e de personalização”. (LÉVY, 1999, p.169)

Portanto, essa *“mudança tecnológica nos forçará a repensar o que significa educar a próxima geração de cidadãos. Se formos incapazes de responder a essas mudanças, criando um novo currículo para o século XXI, a educação irá se desintegrar com a crescente obsolescência”.*(BLADES, 2001)

Logo, no sentido de atender às necessidades dos indivíduos numa sociedade que está em constantes transformações, é necessário que haja uma reformulação das concepções dos objetivos da educação e dos meios de realizá-las. Para este fim as TIC's, em particular a Internet, se apresentam como uma via de acesso à informação que não impõem fronteiras geográficas.

Um exemplo do potencial da Internet é o site de recomendações UniEscola (<http://www.uniescola.ufrj.br/fisica>), desenvolvido por professores do Instituto de Física e do Núcleo de computação da UFRJ e por alunos do curso de licenciatura em Física. Ele se destina à formação continuada dos professores de física e de Ciências oferecendo material selecionado e classificado, nas áreas de *novas tecnologias, pesquisa em ensino, softwares educacionais , revistas on-line, teorias e experimentos, história da ciência, teses e monografias.*

A Internet é um oceano de informação e saber nele navegar é imprescindível para encontrar informações pertinentes e de qualidade assim, este site objetiva transpor as dificuldades do dilúvio de informação (LÉVY, 1999), fornecendo ao professor desta disciplina um porto seguro de informações e conteúdos pertinentes à sua atividade didática e a sua formação continuada.

JUSTIFICATIVA

A construção do saber e a sua transmissão são atividades tão antigas quanto a humanidade. Na questão da sua transmissão, temos inicialmente um saber transmitido oralmente que passaria, antes de Cristo, a ser escrito e transformado em rolos de papiros e tabuinhas de argila. Após esse período temos a reforma caligráfica imposta autoritariamente por Alcuíno na época de Carlos Magno como também a invenção da impressão, mas “*a mutação da impressão em si só foi completada por uma transformação do tamanho e dos pesos dos incunábulo*” (LÉVY, 1993, p.35). Por volta do século XVIII temos a constituição da biblioteca moderna, dotadas das fichas de classificação e indexação. Neste mesmo período, as letras são identificadas como as luzes do espírito e na França o ideal do ensino gratuito, universal e laico começa a ser defendido.

Essa mesma questão será defendida no Brasil no século XX, mais precisamente na década de 30, com o *Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova* (PENHA, 1987, p.188,189). As propostas de modificação do ensino no Brasil e no mundo são fruto das transformações dos ideais e das necessidades da sociedade que as cerca, as mantém e faz uso de suas atividades. Portanto, para desenvolvermos propostas que sejam pertinentes para a atividade educacional, é importante conhecermos quem são os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, os ideais e as técnicas que caracterizam a sociedade e conseqüentemente o ensino. Nesse sentido é interessante vermos a postura de um dos principais agentes de formação e construção do conhecimento hoje no Brasil, diante das novas propostas educacionais: os professores.

Através de uma pesquisa do projeto SAEB – Sistema de Avaliação do Ensino Básico no Brasil – podemos observar que 56% dos professores apresentaram tendências pedagógicas progressistas, apontando como preocupação principal na organização do ensino o relacionamento entre conteúdo, as experiências do aluno e a realidade social. Porém esta mesma pesquisa apresenta que as estratégias pedagógicas e as atividades didáticas tradicionais continuam a prevalecer, excluindo do aluno a oportunidade de uma participação ativa na construção de seu saber.

Esses resultados sugerem “o perfil de um professor que gostaria de renovar, mas só consegue reeditar uma prática já consolidada” (RIBAS, 1995, p.47). Alguns trabalhos científicos publicados apresentam diversos caminhos para solucionar dilemas educacionais

tão antigos quanto o próprio país. Alguns destes apontam que a efetiva apropriação das novas metodologias e tecnologias educacionais pela escola e principalmente pelo professor é um destes caminhos. Dentre esses trabalhos podemos citar Pierre LÉVY (1999), Vani KENSKI (2001b), María TRIGUEROS (2001), LLITJÓS (2001) e Cañal de LEON et al(2001).

As TIC's estão materializadas em nosso dia-a-dia no ambiente de trabalho e no lar. Elas não estão limitadas apenas aos computadores, mas também abraçam outras conquistas tecnológicas, como o Compact Disk, a TV a cabo e a via satélite, a fibra óptica, o laser e a grande rede de informação "Internet"; como também as antigas conquistas como o retroprojeto e as transparências, a TV aberta e a cabo, o vídeo cassete, a câmera fotográfica, a filmadora e o aparelho de som. As TIC's estão cada vez mais presentes na sociedade e conseqüentemente mais acessíveis ao educador.

A apropriação das TIC's pela sociedade tem se mostrada intensa e:

"o aspecto da mundialização econômica é o mais evidente, mas ele, de fato, é apenas uma parte da questão. A presença dessas tecnologias está introduzindo modificações em diversas outras áreas, interferindo na economia, no social, na cultura, na educação e nas intersubjetividades pessoais." (PRETTO,2001 p.36)

Entretanto, a apropriação destas TIC's no meio escolar não está ocorrendo. A vida do estudante está cada vez mais polarizada. Na porta de sua escola há uma linha divisora de tempo e espaço: do lado de dentro há um saber clássico, antigo, compartimentalizado, sistematizado, rígido, imutável e característico daquele espaço; Do lado de fora, um mundo moderno, multidisciplinar, hipertextual, maleável, em constante transformação, presente na novela, no seu e-mail, na conversa com os amigos e no jornal de seu pai.

Contudo, inserir essa ferramenta fisicamente na Escola não é o suficiente. Para os alunos, a maioria dessas ferramentas é "antiga" e não é raro o momento em que o professor pede "ajuda" a um aluno para instalar um programa no computador ou configurar o vídeo cassete. É necessário para a Escola e para o professor considerar o conhecimento prévio do aluno, capacitá-lo a utilizar essas TIC's criticamente, encaminhá-lo nas diversas oportunidades de aprendizagem presentes nos espaços não-formais de ensino e integrá-lo na sociedade da informação. Desta forma *"uma nova concepção curricular para o Ensino Médio [...] deve expressar a contemporaneidade e, considerando a rapidez com que ocorrem as mudanças na área do conhecimento e da produção, ter a ousadia de se mostrar prospectiva"* (PCN, Brasil, 1998b, p.13).

Diante desta concepção, os educadores possuem duas questões fundamentais:

“acolher todas as crianças e jovens e oferecer um ensino que garanta sua permanência e aprendizagem ... Outra, tornar a escola contemporânea ao novo momento civilizatório que se descortina” (PENIN, 2001, p.36).

A proposta da inserção das TIC's no ensino procura responder a essas questões cujos princípios educacionais, que orientam *“a implantação de uma escola básica que atenda as diversidades específicas de nossa tão heterogênea população, assim como as demandas das mudanças culturais desse início de milênio”* (PENIN, 2001, p.38), se encontram sugeridos na Constituição Federal de 1988, na Lei de Diretrizes e Bases (BRASIL, 1996), nos DCNs (BRASIL, 1998a) e PCNs (BRASIL, 1998b).

As TIC's não se apresentam apenas como uma questão a ser problematizada e solucionada, mas também como a via de acesso para a construção da solução porque potencializa *“a inteligência coletiva dos grupos humanos”* (LÉVY, 1999, p.157)

ROSA (2000, p.39) acredita que *“algumas atividades dentro do Ensino de Ciências saem fortemente melhoradas com o uso dos recursos audiovisuais...”*. Dentre essas atividades ele destaca a *motivação*, a *demonstração*, a *diferenciação progressiva*, a *reconciliação integrativa*, o *apoio à exposição* do conteúdo e a *simulação*.

Diante das melhorias que estes recursos podem concretizar, foquemos nossos olhares para o professor de Física ,que vive hoje condições que desafiam a sua profissão, como a falta de recursos governamentais, a péssima valorização de seu trabalho e a péssima remuneração, que o obriga a ter uma extensa carga horária, inviabilizando uma formação continuada que o atualize.

O posicionamento deste educador frente a uma filosofia de trabalho comprometida com a sociedade o leva a buscar novos meios que permitam diminuir a exclusão social e agora digital do seu aluno. É nesse contexto que as TIC's, com todas as suas potencialidades e limitações, se apresentam como uma ferramenta que o professor deve fazer uso, se apropriando dela dentro e fora de aula, buscando formar a si mesmo e a *“ajudar seus alunos a se compreenderem como participantes de um grande e complexo grupo social”* (KENSKY, 2001b, p.100).

Contudo esse uso precisa ser pensado, pois como alertou CORTELLA (1995, P.35), *“a informática é um instrumento e um método, não é uma finalidade”*. Este alerta é válido para

toda e qualquer ferramenta, tecnologia ou metodologia educacional, porque elas devem ser direcionadas com um objetivo: a melhoria do ensino.

O professor de Física tem acesso às TIC's, mesmo o computador, em suas casas, como mostram VIANNA e ARAÚJO(2002, p.12) em sua pesquisa com professores da rede pública e particular no NTE-1 do Rio de Janeiro – Núcleo de Tecnologia Educacional –, onde afirmam que *“indiscutivelmente hoje o computador já é um equipamento existente nas casas dos participantes de nossas oficinas”*, ou nas escolas, que começam a ter acesso aos e outras TIC's a partir de projetos governamentais como o TV Escola, o Educom, o Formar, o Cied e o atual Programa Nacional de Informática na Educação (PROINFO).

Portanto, a elaboração de uma proposta metodológica de uso das TIC's para um ensino que integre recursos e técnicas e atenda à LDBEN (BRASIL, 1996) precisa ser desenvolvida. Neste sentido o presente trabalho apresentará:

- Exemplos de TIC's que oferecem possibilidades pedagógicas;
- alguns recursos didáticos que podem ser obtidos com o auxílio dessas TIC's
- uma análise a partir da qual serão selecionados alguns recursos;
- um exemplo didático que apresenta uma utilização das TIC's no ensino de Física, apresentando conteúdos para uma aula que supere o modelo tradicional e ultrapassado de ensino.

OBJETIVOS

Apresentar os potenciais pedagógicos presentes nas TIC's e utilizá-las no ensino de tópicos específico da Física – conceitos fundamentais de ondas, reflexão e interferência – para a elaboração de uma proposta metodológica, apresentando situações que podem contribuir para a construção do saber por parte dos alunos e ao mesmo tempo influenciar o seu uso pelos professores, num processo de formação continuada.

ETAPAS DE TRABALHO

I. Levantamento de recursos didáticos

Os recursos didáticos coletados estão inseridos na categoria apresentada de Tecnologias da Informação e Comunicação. As seguintes tecnologias foram analisadas com o objetivo de se buscar material relacionado com o tema proposto ou mesmo utilizá-las na apresentação dele:

- Televisão
- Vídeo Cassete
- Sinais de TV Aberto e Fechado (a cabo, parabólica).
- Retroprojektor
- Câmera fotográfica
- Aparelho de som
- Videogame
- Caneta laser
- Fibra óptica
- Computador
- Internet

Como recursos didáticos entendemos todo material feito com ou sem fim educativo que pudesse ser utilizado no ensino dos conceitos fundamentais sobre ondas e dos fenômenos de reflexão, refração e interferência. A procura foi realizada de diversas maneiras para diferentes tecnologias:

O acervo encontrado foi:

a. Recursos didáticos encontrados na TV, Vídeo e Filmadora.

Nesta categoria encontram-se vídeos de TV aberta como: *O Mundo de Beechman*; vídeos didáticos ou de divulgação científica como: os apresentados pela *TV Escola* e *National Geographic Vídeo* e os vídeos das coleções *Barsa Vídeo*, *CALTEC*, *AC.NA.C*, *Britânica filmes*, *DIDAK*; vídeos comerciais como: *Matrix®*, *Shreck®*, *Final Fantasy®*, *The Lord of the Ring®*; desenhos animados como: *Inu Yasha®*, *Dragon Ball Z®* e propagandas de roupas estilo *surf wear*. A busca foi realizada na TV aberta, a cabo, na programação do TV Escola e

do Cine Conhecimento do Canal Futura. Além dos vídeos prontos estão presentes nesta categoria os vídeos feitos pelo próprio professor, sejam domiciliares ou feitos num laboratório de faculdade ou qualquer outro local que seja pertinente para a criação de um material didático tele visível.

b. Recursos didáticos construídos no retroprojektor.

A função do aparelho de projetar transparências pode ser ampliada com possibilidades de sua utilização através decomposição de transparências e vasos transparentes (pirex).

c. Recursos didáticos oferecidos nos jogos de videogame.

Nos jogos de fliperamas presentes em shopping-centers e videogames domiciliares de ultima geração (Nintendo 64, Playstation I e II, Dreamcast, X-Box), em alguns títulos as simulações se aproximam da natureza como o: “Wave race –Blue Storm” ®, o “Wave Race 64 Kawasaki Jet Ski” ® e “Zelda: Ocarina of Time” ® da Nintendo®, “Final Fantasy 7” ® e “Final Fantasy 8”® da SquareSoft®, “Ultima 9” ® da Origin® e “Everquest” ® da Sony®. A busca pelos títulos foi realizada no site dos fabricantes e na experiência do autor em vídeo game.

d. Recursos didáticos gerados com uma câmera fotográfica.

As fotografias tiradas por uma câmera podem ser utilizadas para a apresentação do fenômeno e poderão ser manipuladas no computador após a sua digitalização num scanner.

e. Caneta laser como um recurso didático.

As canetas laser podem ser usadas para demonstração de vários fenômenos, associando-as a diversos outros materiais como: lentes, espelhos e objetos translúcidos, garrafas pet, etc... Em revistas de fabricantes de equipamentos experimentais podem ser encontrados diversos exemplos de experiências.

f. Recursos didáticos que se apresentam via aparelhagem de som

Com gravadores podem-se obter sons (eco em particular).

g. Recursos didáticos potenciais no computador

A capacidade gráfica e computacional deste aparelho possibilita simulações, modelagem, tomada e análise de dados experimentais, cálculos elaborados e utilização de bibliotecas multimídias, apresentados em diversos artigos como HAAG(2001), MONTARROYOS e MAGNO(2001), YAMATO e BARBETA (2001) e SOUZA et al(1998). Foram analisadas as enciclopédias multimídias Encarta® 1995 americana, 2000 e 2002 Brasileira, Barsa® 2000 Brasileira, Geográfica® do Globo® 2002 e a Britânica® Deluxe 2002 em CD-Roms, algumas linguagens de programação e softwares que podem ser obtidos pela Internet.

h. Recursos didáticos existentes na Internet.

Os recursos encontrados na Internet são numerosos. Através do site de recomendação <http://www.uniescola.ufrj.br/fisica> pode-se ter acesso a uma lista de sites com conteúdos de física veiculados em diversas formatos. Encontramos textos, imagens, filmes, softwares, animações, simulações, hipertextos, etc... Após a análise do material disponível escolheu-se coletar *Applet Javas* e softwares gratuitos (ou que pudessem ser usado no modo demonstração). Os softwares encontrados foram o Interactive Physics®2.5 e 2000, M.S.C. WorkingModel® 2000, Modellus® 1.3, Criando Sons® e Criando Interferência®. Os endereços dos sites de onde os softwares e *Applet Java* foram copiados ou pedidos via correio foram:

<http://www.interactivephysics.com/home.html>
<http://www.fsc.ufsc.br/~ccf/parcerias/ntnujava/index-port.html>
<http://geocities.yahoo.com.br/saladefisica3/laboratorio.htm>
<http://www.ngsir.netfirms.com/englishVersion.htm>
<http://www.falstad.com/>
<http://www.ifm.liu.se/~freka/particleworld/>
<http://129.13.103.40/software/download/java/>
<http://www.fsc.ufsc.br/~canzian/>
<http://www.nied.unicamp.br/>
<http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus/>
<http://www.sun.com>
<http://pathfinder.esu2.k12.ne.us/java/physics/physengl/>
<http://lectureonline.cl.msu.edu/~mmp/applist/applets.htm>
<http://www.hazelwood.k12.mo.us/~grichert/sciweb/applets.html>

II. Análise dos recursos obtidos nas TIC's

A partir do levantamento dos recursos didáticos foram feitas análises e seleções. Abaixo será apresentado um sumário com as conclusões da avaliação feita para cada mídia.

a. Da Tv, Filmadora e do vídeo-Cassete

Foram analisados os filmes comerciais encontrados em locadoras: *Sherck*®, *Final Fantasy*®, *Lord of the Ring*® e *Titanic*® e o desenho animado: *Inu Yasha*® cap.03. Neles encontramos cenas que o professor pode explorar como elemento **motivador**. Alguns exemplos são a bela cena do reflexo de uma paisagem num lago em *Lord of the Ring*® e a propagação de ondas quando um garoto, no filme *Sherck*®, joga uma pedrinha num lago.

Os filmes educacionais produzidos pela *Barsa*® Vídeo (Ondas Estacionárias, Luz e Imagem) e vídeo “Dualidade Onda-Partícula” da Tv Ontário **expõem** o conteúdo de maneira clara, com experimentos ou animações e vozes em off. O debate entre o professor e os alunos, antes ou depois da apresentação do filme, é indispensável.

Filmar um determinado evento possibilita observá-lo em diferentes momentos e ângulos, como também mostrar, na sala de aula, **experimentos** realizados anteriormente e que não podem ser facilmente reproduzidos. Portanto o professor pode também filmar cenas que posteriormente poderão ser trabalhadas em sala de aula.

O MEC, através da TV Escola oferece ainda vídeos didáticos para o ensino médio e fundamental bem elaborados. O TV Escola ainda oferece ao professor uma oportunidade de continuar e ampliar sua formação através um curso de extensão universitária à distância denominado *TV na Escola e os desafios de hoje*.

b. Do retroprojektor

Este equipamento é comumente usado na **exposição** de conteúdos via transparências. Sua capacidade pode ser ampliada, possibilitando apresentar o fenômeno de interferência, através da composição de imagens com várias transparências ou de reflexão e refração com recipientes transparentes cheios de água.

c. Do Vídeo-game

São as TIC's mais próximas dos adolescentes. Com ele os alunos **vivenciam** dezenas de experiências físicas (queda de pressão num caça, superaquecimento de um canhão, ausência de gravidade no espaço, perda de atrito e a conseqüente derrapagem numa auto-

estrada) e o professor pode usar essa experiência prévia (mesmo que simulada) em sua atividade docente. Nos títulos selecionados, encontramos reflexos de paisagens, propagação de ondas na superfície de um líquido e mesmo a imagem distorcida do fundo de um lago, devido à refração da luz.

d. Da máquina Fotográfica

As fotos do comportamento ondulatório da superfície de um lago, de uma piscina ou da pia da cozinha possibilitam **medir** o comprimento de onda das perturbações na superfície da água (desde que haja uma régua ao lado da onda) e **observar** a deformação das pernas de uma pessoa quando está submersa até a cintura, assim como visualizar o reflexo de uma paisagem. Essas situações do **cotidiano** permitem considerar “*o mundo vivencial dos alunos, sua realidade próxima ou distante, os objetos e fenômenos com que efetivamente lidam, ou os problemas e indagações que movem sua curiosidade.* (PCN, BRASIL, 1998c, p.23)

e. Da caneta laser

O uso do ponteiro (caneta) laser permite **apresentar** os fenômenos: reflexão, refração e interferência. Para as atividades experimentais, são necessários equipamentos de **baixo custo** como: espelhos, lentes, papéis coloridos, copos de vidro, glicerina, colher, lâmina de barbear, garrafa Pet, mangueiras plásticas e fibras ópticas. Por se tratar de um aparelho pequeno e portátil pode ser usado em sala de aula, não requerendo um espaço especial (como um laboratório).

f. Do Aparelho de Som

O estudo do funcionamento de um alto-falante e uso deste para a reprodução de sons possibilitam estudar **experimentalmente** os fenômenos de interferência e reflexão.

g. Das Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação

O computador e a Internet são, hoje, os novos recursos para a comunicação e troca de informação. Esses recursos se caracterizam por abrir uma via de comunicação instantânea e global, dotada de interatividade onde qualquer informação pode ser obtida por uma pessoa, em particular o professor, desde que saiba onde e como encontrá-la.

Utilizou-se o site de recomendação <http://www.uniescola.ufrj.br/fisica> para se encontrar recursos didáticos que abordassem o conceito de ondas. Além deste recurso de

procura fez-se uso dos site de procura *google* e sites de grandes empresas como a Microsoft e a Sun. O material obtido foi classificado como Enciclopédias, Softwares, Linguagens de Programação e Applets Java.

h. Das Enciclopédias Multimídias Digitais

Analizamos as enciclopédias digitais:

- a) *Microsoft® Encarta®* de 1995, 2000 e 2002, que possui muito pouco conteúdo de física e alguns **recursos multimídias** sobre ondas;
- b) *Geográfica® Globo®*, que possui um acervo de **fotos** com exemplos de reflexão de paisagens naturais;
- c) *Britânica® 2002 Deluxe*, que apresenta um **conteúdo** extenso nos vários assuntos que aborda, inclusive sobre Física, em particular ondas, mas seus recursos multimídias são pobres, contendo apenas algumas figuras clássicas (similares às dos livros para o ensino médio) de interferência, reflexão de um pulso numa corda, etc...

i. Dos Softwares

Os softwares que foram encomendados na Internet e enviados via correio (gratuitamente) ou copiados na própria rede foram: O *Interactive Physics®* (I.P.) e o *MSC. WorkingModel®* (W.M.). Eles foram construídos com finalidades educacionais e possuem uma grande quantidade de recursos e possibilidades didáticas. O W.M. privilegia a Mecânica e é voltado aos cursos de engenharia, enquanto o I.P. abrange outros tópicos da Física como: eletricidade, gravitação e magnetismo. O I.P. 2000 possui uma versão demo que não permite salvar ou abrir arquivos que não sejam os exemplos que vêm no CD-Rom. A versão demo do I.P 2.5 possibilita abrir qualquer arquivo, mas não o salva, o que permite que o professor use a Internet para encontrar arquivos de exemplos construídos por outros professores e pesquisadores de ensino e utilizar esses exemplos em sala.

O software *Modellus®* foi avaliado como o melhor recurso didático encontrado na forma de software por unir várias qualidades dos programas citados anteriormente. Ele enriquece a atividade didática por ser **interativo** e permite a construção de **modelos** a partir de equações matemáticas (a formatação correta de inserção das equações consta no Help do programa, no manual gratuito em português e nas diversas homepages brasileiras e

internacionais, que possuem dezenas de arquivos de exemplos). Ele não é tão **intuitivo** quanto o I.P. ou o W.M., mas exige menos recursos computacionais (pode ser executado num PC-486) e é gratuito. É também mais limitado que qualquer linguagem de programação, mas é muito mais **simples** e não exige conhecimentos de lógica ou de cálculo numérico.

j. Das Linguagens de Programação

O *SuperLogo*® (<http://www.nied.unicamp.br>) é uma linguagem de alto nível, em português, que foi construída com objetivos educacionais e é simples de ser utilizada e fácil de ser aprendida (em comparação com linguagens como o C e o Java). Diversos trabalhos e livros foram publicados apresentando as oportunidades e as dificuldades envolvidas na utilização desta linguagem, tanto no ensino fundamental como no ensino de Física (sobre este tópico o professor Carlos Eduardo Aguiar apresenta um site com uma proposta de utilização desta linguagem para o ensino de Física no endereço <http://www.if.ufrj.br/~carlos>).

A linguagem Java® é uma linguagem de alto nível e possui uma dificuldade maior do que o *SuperLogo*®. Ela possui fácil adaptação à internet e se apresenta como a melhor linguagem para desenvolvimento de softwares para serem distribuídos ou utilizados via Internet porque requerem apenas do uso de um navegador de Internet (o que permite que ele funcione no Windows, no Linux, num MAC, etc...).

Essas linguagens são bastante interessantes para serem utilizadas pelo professor ou com o aluno pela sua interatividade mas buscamos utilizar ferramentas que já estejam construídas, não exigindo do professor o conhecimento de programação.

k. Dos Applet Java

Nesta categoria o aluno e o professor farão uso de Applets Java feitos por outras pessoas que lhes forem mais úteis. Diferente da categoria *softwares*, já apresentada, eles podem ser executados através da internet via browser (navegador de internet).

Os *Applet Java* são programas criados com a linguagem de programação Java e se apresentam como pequenos “pacotes” que são anexados às home-pages. Diversos sites possuem Applets Java para fazerem vários efeitos e podem ser usados desde enfeites (luzes que se movem no site, por exemplo) até simulações complexas de física.

Eles não são tão interativos quanto o *Modellus*®, o W.M., o I.P. e a programação em *Java* ou em *Super Logo*, que possibilitam que os alunos construam experiências, mas a

quantidade e diversidade desses softwares na Internet são tão grandes que o professor acaba por ter acesso a diversas maneiras de explorar o mesmo tema/fenômeno, com diferentes contextos, interfaces e acesso às diferentes possibilidades de alterar as variáveis pertinentes.

Dentre os *Applet Java* analisados, o aplicativo da página <http://www.falstad.com/> no link “Ripple Tank Simulation” é bastante interessante por permitir estudar muitos fenômenos ondulatórios abordados no ensino médio. Ele simula a experiência da cuba de onda e possibilita:

→ Gerar ondas de qualquer formato ou criar fontes que geram ondas com as seguintes possibilidades: uma fonte de ondas circulares, duas fontes de ondas circulares com mesma frequência, duas fontes de ondas circulares com frequências diferentes, três fontes de ondas circulares com frequências iguais, quatro fontes de ondas circulares com frequências iguais, uma fonte de ondas circular com velocidade v variável, quatro fontes de ondas circulares, uma fonte de ondas planas, duas fontes de ondas planas com frequências iguais, duas fontes de ondas planas com frequências diferentes, fonte dipolar de ondas esféricas e uma fonte quadripolar de ondas esféricas.

→ Criar paredes reflexivas ou usar as configurações de paredes já existentes que são: parede com orifício, parede com dois orifícios, parede com três orifícios, obstáculo, meia parede, caixa quadrada, cavidades ressonantes, espelho circular, espelho elipsóide, cavidades acopladas, salas de ressonância, guias de onda, ciclóide, espelho parabólico, canal, filtro “passa baixa”, filtro “passa alta”, seletor de frequência, espelho plano e partícula para espalhamento.

→ Variar as propriedades do meio de propagação ou usar configurações pré-definidas que possibilitam estudar: refração, redução de velocidade, refração interna (fonte dentro do meio com maior índice de refração), lente biconvexa, lente planar convexa, prisma circular, lente planar côncava, gradientes de temperatura, prisma triangular e dispersão.

III. Um Exemplo Didático

Para apresentar o potencial de utilização das TIC's no ensino de Física serão traçadas diversas relações Conteúdo-Metodologia-Recurso onde apresentarei, para os conteúdos fundamentais, de reflexão e interferência, um conjunto de propostas metodológicas que fazem uso dos recursos didáticos adquiridos a partir das TIC's.

As aulas aqui apresentadas se realizam num ambiente idealizado, onde há computadores conectado à Internet, data show, retroprojeto, vídeo cassete e televisão, com carga horária semanal de 4 tempos de 50 minutos, com estudantes que possuem total domínio das ferramentas e softwares existentes num computador (como navegadores, editores de textos/planilhas/hipertexto) e em número inferior a 25 por turma. Apesar de ideal este ambiente não é totalmente imaginário ou impossível de ser concretizado.

Os recursos aqui utilizados não incluem todos as mídias ou ferramentas coletadas durante a procura e apresentadas no acervo porque se observou que as possibilidades e recursos são muito numerosos, o que torna inviável a sua apresentação num trabalho de monografia. Outras metodologias e outros recursos utilizando mídias diferentes podem ser usados pelo professor, além das que estão aqui presentes.

a. Conteúdos Fundamentais

O professor utilizará uma propaganda de revendedoras de roupas “surf wear” voltada para o público adolescente para começar a abordar o tema de ondas em sala de aula. Após apresentar a gravação do comercial, ele irá sugerir aos alunos que apresentem características presentes no mar e nas ondas que sejam importantes para os surfistas, no sentido de classificá-las como boas ou ruins para a prática do esporte.

Da observação deste comercial, que apresenta imagens e ambientes de seu cotidiano, os estudantes serão capazes de observar e enunciar alguns conceitos físicos pertinentes ao ensino de ondas, mesmo com nomes e erros intrínsecos. Esta metodologia não foi testada, mas espera-se dos estudantes as seguintes expressões sobre as ondas: grandes e pequenas, rápidas e lentas, pequenas e grossas. E do mar, as expressões: bravo, calmo, ondas andando para a direita, para a esquerda ou para a areia.

Com as características já identificadas, o professor irá levá-los a entender os nomes científicos para que possam “expressar-se corretamente utilizando a linguagem física adequada” (PCN, Brasil, 1998c, p.29).

Para elucidar ainda mais os conceitos de *amplitude*, *frequência*, *velocidade* de propagação, *período* e *comprimento* de onda uma corda pode ser fixada na maçaneta de uma porta para que os estudantes possam gerar pulsos. O professor irá pedir alterações nos pulsos em função da alteração dos conceitos apresentados pelos próprios alunos e renomeados pelo professor.

A mesma experiência, usando uma mola colorida ao invés da corda, é realizada posteriormente para que os estudantes conheçam os dois tipos de ondas: Longitudinais e Transversais.

O professor, após a experiência, pedirá aos alunos que interajam com os *Applet Java* do site Physics Java Applets by C.K.Ng®, <http://www.ngsir.netfirms.com/englishVersion.htm>, link “Longitudinal Travelling wave” e “Transverse Travelling wave” (figures 7.3.1 e 7.3.2)

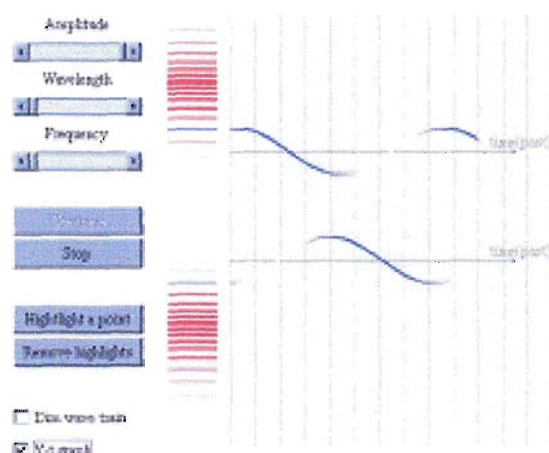


Figura 7.3.1

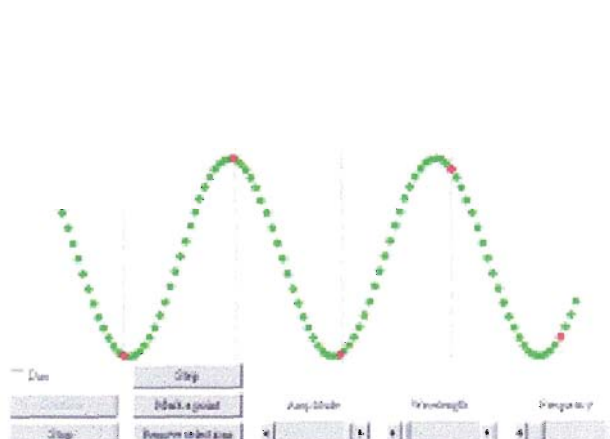


Figura 7.3.2

Nestes softwares, os valores da amplitude, do comprimento de onda e da frequência nos modelo de oscilação longitudinal e transversal são variáveis.

O software apresenta a visualização de movimento, possibilitando que os alunos alterem cada uma das variáveis em cada tipo de oscilação independentemente e observem as alterações destas modificações na onda no mesmo instante.

O professor precisará explicar aos alunos que, apesar do perfil senoidal, a onda do mar não se trata de uma onda transversal ou mesmo longitudinal e que são causadas pelo vento, onde a amplitude e o comprimento da onda dependem da velocidade e o tempo de duração e da área que ele atinge. Para exemplificar esta explicação, basta lembrar que a ocorrência de ressacas na praia está geralmente associada com tufões e furacões no oceano.

Sendo a onda do mar muito complexa, o professor irá propor o estudo dos fenômenos ondulatórios usando ondas mais simples. Uma foto da lagoa da Quinta da Boa Vista tirada

pelo professor num dia que tenha ventado mostrará ondas planas. Jogando-se uma pedra no lago ele poderá obter a imagem ondas circulares. Enquanto os alunos observam as fotos o professor poderá fazer perguntas quanto à amplitude, a frequência das ondas e comprimento de onda e como poderia alterar os valores da cada uma dessas grandezas.

Para reproduzir as ondas planas e circulares na sala de aula o professor irá usar o retroprojektor e uma cuba de ondas – que pode ser uma pirex retangular transparentes com água. As ondas circulares podem ser geradas batendo a ponta de uma caneta e as planas, com uma régua. A imagem da cuba será projetada na parede e permitirá ver os ventres (região de maior amplitude) e os vales (região de menor amplitude) como regiões claras e escuras respectivamente.

A cuba de ondas é um experimento que parece ser relativamente fácil, mas a sua realização é extremamente difícil porque o reflexo das ondas nas bordas do pirex torna a imagem projetada pelo retroprojektor confusa às vezes. Logo, se o professor estiver tendo dificuldade para realizar esta experiência ele poderá fazer uso de um simulador de cuba de ondas. É interessante que a cuba real esteja montada e que os alunos possam ter acesso ao simulador e à cuba real para que possam realizar observar os fenômenos ondulatórios em um ambiente idealizado e num ambiente real.

O simulador de ondas é um *Applet Java* do site <http://www.falstad.com/> e está no link “Ripple Tank Simulation” e está indicado pelas figuras 7.3.3 e 7.3.4.

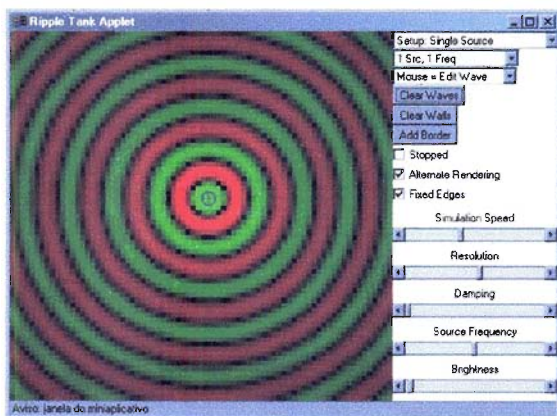


Figura 7.3.3

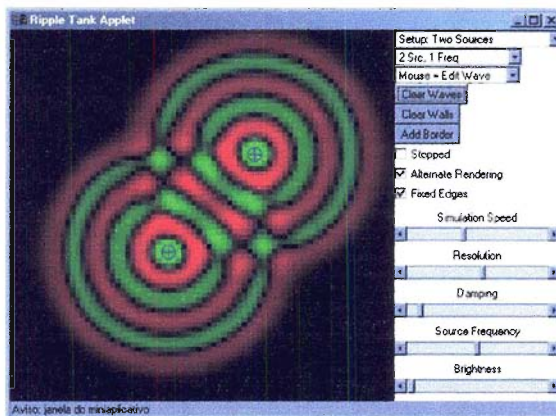


Figura 7.3.4

O professor irá explicar o funcionamento do software mostrando aos estudantes como criar uma fonte de ondas, uma parede e uma onda. Os outros recursos que o software oferece podem ser descobertos pelos estudantes, isso deixará a aula mais divertida. No quadro, o professor poderá escrever em português o significado de cada palavra em inglês caso os

alunos não descubram através do método de tentativa e erro. A única variável que talvez seja de difícil compreensão seja a “DAMPING”, que está relacionada ao caráter dissipativo do meio.

A compreensão de que este software é apenas um modelo precisa ser lembrada pelo professor e que várias condições físicas estão sendo desprezadas aqui. A utilização dele se deve tanto pela facilidade que oferece para a observação do fenômeno, devido às cores, como pela sua fácil operação, sem necessidade de conhecimentos experimentais. Mas é interessante que o simulador não substitua a cuba real, para que os estudantes possam vivenciar a experiência, observar e tirar conclusões, possibilitando construir um conhecimento a partir do que a natureza nos mostra, mesmo que seja de maneira pouco clara.

As cores usadas no software representam as cristas e vales, de acordo com a amplitude da onda. Esta diferença de cores é decisiva para a utilização do *Applet Java* pelos alunos. Para exemplificar, o professor irá pode usar uma onda circular cujas cristas e vales estão bem definidos. Um vídeo que contém uma onda circular bem definida se encontra na introdução de filmes produzidos pela *DreamWorks SKG®*, como o filme *Shreck®*. Nesta apresentação, um garoto joga um anzol no mar e temos: reflexo da lua na superfície da água (fig. 7.3.5), o momento em que o anzol bate na superfície (fig. 7.3.6) e depois a propagação da onda circular (fig. 7.3.7), permitindo ver os vales e cristas da onda:



Figura 7.3.5



Figura 7.3.6

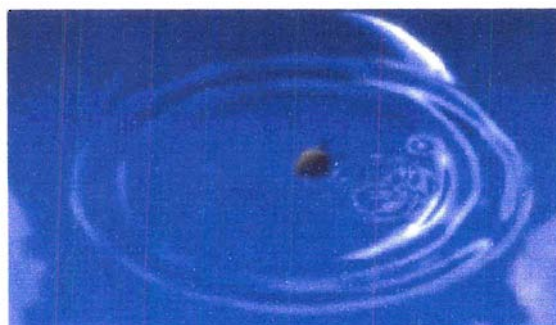


Figura 7.3.7

O professor pedirá aos estudantes que refaçam a situação do filme na cuba de ondas e posteriormente no software.

A relação da velocidade com o comprimento de onda e a frequência pode ser dada pelo professor, desde que acompanhada, de uma explicação coerente e que o professor esteja aberto às perguntas. A sua volta os alunos e o professor tem acesso a vídeos que abordam o assunto, um tanque de ondas e vários *Applet Javas* que mostram pulsos e ondas em diversos momentos e com diferentes graus de interatividade. Eles têm possibilidade de simular: frentes de ondas, cubas com ondas transversais e longitudinais, etc... Logo, o professor ao invés de se posicionar como única fonte do saber irá sugerir aos estudantes que busquem as informações necessárias para responder suas perguntas nos diversos meios disponibilizados pelo professor. Caso as dúvidas persistam, o professor poderá gerar uma situação-problema para que os estudantes a resolva, e através dela possam elucidar suas dúvidas.

Tendo-se apresentado as ondas planas, circulares e a relação entre algumas de suas grandezas, chega o momento de inserir, na atividade didática, um instrumento de análise e de compreensão das propriedades ondulatórias mais acessível ao ensino médio: O princípio de Huygens.

Duas transparências, com as figuras do anexo 1 e 2, representadas aqui com as figuras 7.3.8 e 7.3.9, serão postas no retroprojetor, uma de cada vez. Cada uma delas representa um conjunto de frentes de onda planas e circulares, respectivamente. As áreas negras representam a parte mais alta da onda e as brancas as mais baixas.



Figura 7.3.8

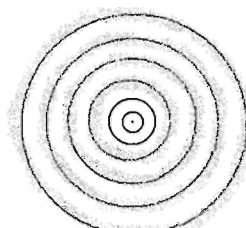


Figura 7.3.9

Nestas transparências o professor explicará o que é uma frente de ondas e que cada região escura ou clara indica uma frente de ondas. Mas uma vez escolhida uma região clara ou escura como frente de onda todas as outras regiões de mesmo tom serão tratadas da mesma maneira.

Uma terceira transparência, presente no anexo 3, feita para sobrepor a transparência com ondas planas, terá o mesmo conjunto de ondas planas (sem a área hachurada para facilitar a visualização) imagem que considera cada ponto de uma frente como uma fonte de ondas secundárias que se propagam em todas as direções (figura 7.4.0).



Figura 7.4.0

Com esse recurso, o professor poderá explicar o princípio de Huygens, sobrepondo a transparência do anexo 3 e deslizando-a sobre a transparência do anexo 1, a fim de exemplificar este recurso geométrico.

Uma situação que pode ser questionada aos alunos é para o caso de uma onda e um fluxo de bolinhas de gude atravessar um buraco por uma parede. O professor poderá pedir que as situações sejam desenhadas no quadro negro. A figura 7.4.1 será desenhada para o fluxo de bola e caso os alunos ainda não façam uso do recurso geométrico descrito pelo princípio de Huygens a figura 7.4.2 será a figura correspondente para a passagem das ondas por um orifício.

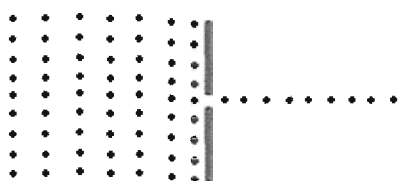


Figura 7.4.1

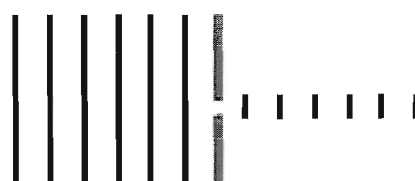


Figura 7.4.2

As figuras 7.4.1 e 7.4.2 mostram, segundo os alunos, como onda e partícula estão ligadas em suas concepção. Segue o momento em que o professor colocará os estudantes numa situação de confronto entre suas concepções e a correta cientificamente.

O professor irá gerar ondas planas com a cuba de ondas sobre o retroprojeto e usará uma placa de cortiça com um orifício para criar a situação acima. Este experimento mostrará uma configuração de ondas bem diferente (figura 7.4.3) da apresentada pela figura 7.4.1.

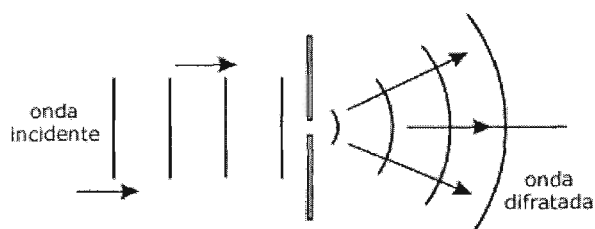


Figura 7.4.3

Alguns alunos poderão inclusive dizer que há outros fatores que estão interferindo na experiência e poderão propor o uso do simulador de cuba.

Aqui o professor irá retornar ao *Applet Java* do site <http://www.falstad.com/> no link “Ripple Tank Simulation” e desenhará uma parede com um orifício muito pequeno e criará

uma fonte de ondas planas. As ondas, ao passarem pelo orifício, irão abrir, ao contrário do que aconteceria se fossem apenas partículas (bolas de gude) que estivessem atravessando o orifício.

Abaixo temos a imagem do *Applet Java* onde estão presentes um gerador de ondas planas e uma parede com um orifício. A figura 7.4.4 apresenta o momento imediatamente anterior à passagem da onda pelo orifício e a figura 7.4.5 algum tempo depois.

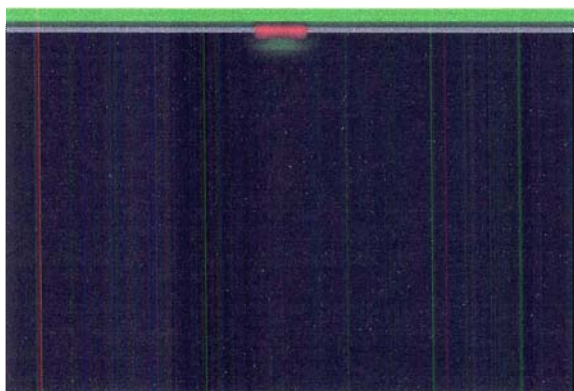


Figura 7.4.4

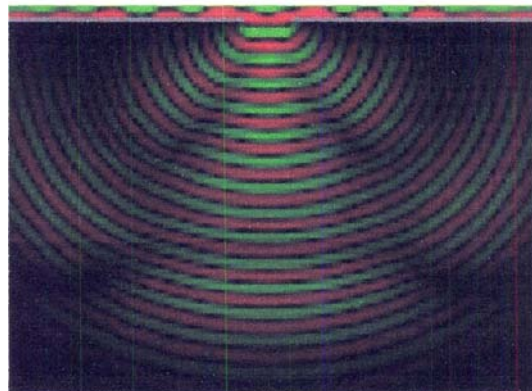


Figura 7.4.5

Para explicar porque essa onda difrata (aqui o professor poderá chamar esse efeito de difração), o professor fará uso do princípio de Huygens. Ele usará a figura 7.4.6, que é um esquema geométrico da passagem de uma onda plana por um orifício.

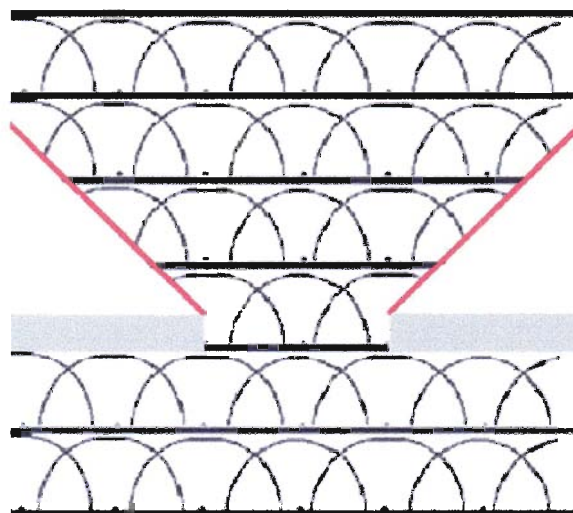


Figura 7.4.6

b. Reflexão

Antes de apresentar a reflexão, o professor buscará relembrar com os estudantes quais são as ondas que os estudantes conhecem, além das ondas presentes no mar, num lago ou numa corda. Ele acrescentará aos exemplos dados pelos alunos algumas ondas

eletromagnéticas como: a luz, as microondas, o laser, o raio x e a radiação gama e ondas sonoras como: infra-som, ultra-som, e os sons audíveis como os de um violão, guitarra, piano e violino.

No caso das ondas sonoras, um sintetizador de som adquirido no site <http://www.fsc.ufsc.br/~canzian> no link “Construindo sons” pode ser utilizado (figura 7.4.7). É importante que o professor ressalte que o som é uma onda longitudinal e o gráfico apresentado no software não representa a onda, mas o é apenas um gráfico da pressão ao longo do tempo, como apresentado no software correspondente à figura 7.3.1.

Ele permite construir sons desde que estejam compreendidos entre 1 Hz e 10 kHz. O som, após ser *construído* graficamente pode ser tocado, adicionado à memória, anexado a um som guardado na memória para compor uma música ou somado ao som guardado na memória, para compor um som gerado pela superposição de ondas, permitindo gerar sons mais complexos e fenômenos como batimentos.

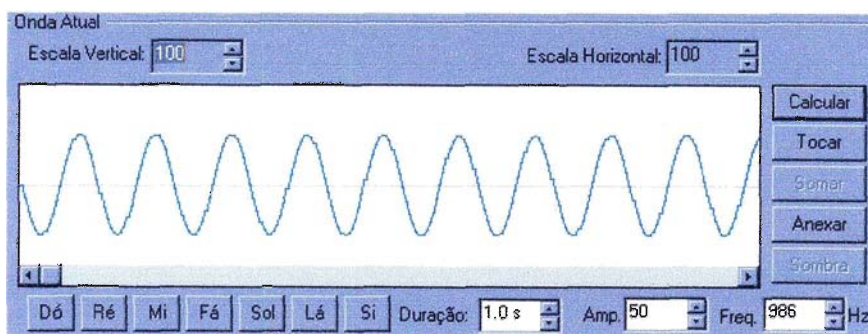


Figura 7.4.7

O conhecimento das ondas eletromagnéticas ainda não é tão comum quanto o conhecimento sobre sons (é possível que alguns alunos até façam aulas de violão ou toquem alguns instrumentos), mas ele já está integrado ao nosso dia-a-dia. É possível fazer uso das ondas eletromagnéticas em diversos aparelhos de nosso cotidiano como no forno de microondas, na música que toca no rádio ou no CD e mesmo quando usamos o telefone celular. Assim, para mostrar aos estudantes aonde podemos encontrá-las, o professor irá indicar como e onde podemos encontrar esse tipo de onda. Para isto ele usará o *Applet Java* do site <http://lectureonline.cl.msu.edu/~mmp/applist/applets.htm> no link “Spectrum”.

O professor deixará que os alunos explorem o software e chamará a atenção deles para as informações apresentadas como: a relação inversa entre comprimento de onda e frequência (que está relacionado com a velocidade constante que este tipo de onda possui), os tipos de onda, os exemplos de onde podemos encontrá-las e como detectá-las. As figuras 7.4.7 e 7.4.8 mostram dois exemplos ondas sendo apresentadas pelo software.

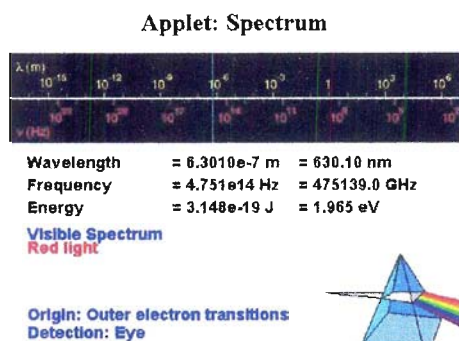


Figura 7.4.8

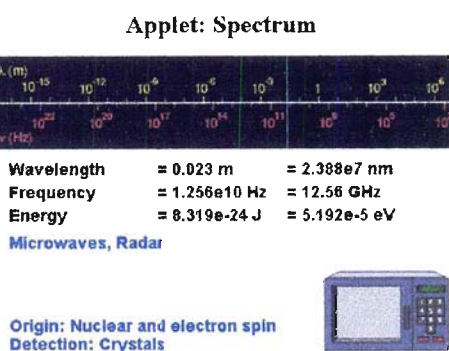


Figura 7.4.9

Como o mundo moderno faz uso destas ondas é pertinente que o professor aborde a reflexão a partir delas porque

“... o aprendizado deve contribuir não só para o conhecimento técnico, mas também para uma cultura mais ampla, desenvolvendo meios para a interpretação de fatos naturais, a compreensão de procedimentos e equipamentos do cotidiano social e profissional, assim como para a articulação de uma visão do mundo natural e social”. (PCN, BRASIL, 1998c, p. 7)

Tendo apresentado alguns exemplos de ondas eletromagnéticas e sonoras, o professor pedirá aos alunos uma pesquisa nos seus álbuns de fotos, nas enciclopédias digitais e de papel e na internet imagens que possuam uma paisagem refletida. Essas fotos irão compor um mural sobre este fenômeno. A figura 7.5.0 apresenta um exemplo de paisagem da floresta amazônica refletida num rio.



Figura 7.5.0

Após a construção do mural com as imagens que exemplificam a reflexão da luz, o professor partirá para a apresentar uma situação onde haja o reflexo do som. Aqui ele poderá perguntar por que, quando está relampejando, às vezes se escuta mais de um trovão mesmo quando um único relâmpago foi visto.

Os alunos que moram distante de montanhas talvez nunca tenham ouvido, mas os que moram perto o terão. Como os alunos sabem que o professor está “explicando” reflexões haverá alguma chance de que alguns deles façam a associação de raciocínio e concluam que a

seqüência de estrondos é apenas o eco do estrondo inicial nas montanhas ou mesmo em prédios.

Neste momento da aula é oportuno, para avaliar a aprendizagem dos estudantes, perguntar porque só ouvimos o trovão algum tempo depois que nós o vimos. Após algum aluno explicar que isto acontece porque a luz, que é uma onda, é mais rápida do que o som. O professor poderá ensinar, a título de curiosidade, como calcular a distância entre eles e um raio conhecendo-se a velocidade do som no ar. Ele também poderá informar que a velocidade do som não é constante, pois depende um pouco da umidade do ar (quanto mais úmido maior) do sentido e da velocidade do vento (maior velocidade com ventos fortes a favor da propagação), mas para casos gerais pode-se aproximá-la para 340 m/s.

Outra oportunidade de apresentar curiosidade está no filme Titanic®. Nele uma jovem (a atriz principal) após ver o barco afundar, e estando completamente isolada no meio do oceano Atlântico, escuta os ecos dos gritos dos tripulantes de um barco de socorro. A curiosidade aqui está presente no fato de que não há nada que possa refletir o som num raio de 200 km. O professor poderia perguntar porque os ecos foram inseridos no vídeo e como eles nos dão uma noção de imensidão e de vazio.

Para construir a lei de reflexão e a reflexão difusa, o professor passará o vídeo “Luz e Imagem” da Barsa Vídeos, que apresenta o conteúdo de ondas, contextualizado numa aula de dança.

O professor irá mostrar como a reflexão de uma partícula é similar a de uma onda. Ele irá desenhar dois quadrados idênticos com giz, no chão da sala junto à parede, e com uma bola de tênis mostrar que a bola, ao bater na parede, retorna fazendo um ângulo com a normal igual ao ângulo de incidência (figura 7.5.1). Para isso basta marcar o trajeto da bola com giz ou mesmo molhá-la (o que vai deixar um rastro no chão)

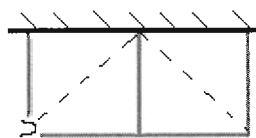


Figura 7.5.1

O professor então distribuirá bolas de gude, de tênis, de ping-pong e de futebol e pedirá que façam vários grupos. Cada grupo repetirá as experiências, trocando de bola. Eles jogarão as bolas contra a parede e marcarão o ponto de partida, o ponto na parede onde colidiram e aonde pararam. Ligando esses pontos com linhas será possível construir, no chão, desenhos similares ao da figura 7.5.1.

O professor agora pedirá que os alunos repitam a experiência anterior, mas ao invés de usar uma bola colidindo na parede usarão canetas lasers e espelhos, entregues pelo professor.

Vários quadrados, com diferentes tamanhos podem ser desenhados no chão (figura 7.5.2)



Figura 7.5.2

Os grupos agora marcarão o ponto onde a caneta laser aponta na parede e traçarão uma linha, com giz, até esse ponto. Colocando um espelho rente à parede os estudantes irão procurar, usando um caderno como anteparo, a posição do feixe de luz para traçarem uma linha, com giz, que represente a luz refletida (figura 7.5.3).



Figura 7.5.3

Após realizarem a experiência eles terão de compor um relato da experiência. Os grupos de alunos deverão expor suas conclusões sobre a reflexão de uma bola e da luz e apresentar alguma tentativa de generalização. Caso os alunos não consigam desenvolver uma lei de reflexão baseada nos ângulos de incidência e de reflexão o professor poderá apresentar o vídeo “Luz e Imagem” da DIDAK que apresenta o conteúdo com diversos enfoques, contextualizando-o numa aula de dança de uma academia.

Tendo apresentado a reflexão simples e enunciado a lei dos ângulos para a reflexão chega o momento de abordar a reflexão difusa. Para isto, uma experiência com uma cuba de ondas real e virtual.

O professor irá gerar uma onda plana não perpendicular à parede do plex (ele poderá simplesmente balançar o plex para frente e para trás ou usar uma régua de madeira). Esta onda irá bater na parede e será refletida. A simplicidade dessa experiência é grande e não é difícil de se reproduzi-la, mas a reflexão difusa não é fácil de ser vista e compreendida, portanto se fará uso, nos dois casos de um simulador para facilitar o aprendizado.

No Applet Java da página <http://www.falstad.com/> no link “Ripple Tank Simulation” o professor criará uma simulação com alta resolução onde uma parede lisa servirá de obstáculo refletor e com a opção *mouse=edit wave* ele criará uma onda aproximadamente plana como mostra a figura 7.5.4 A figura 7.5.5 apresenta um modelo geométrico da simulação.

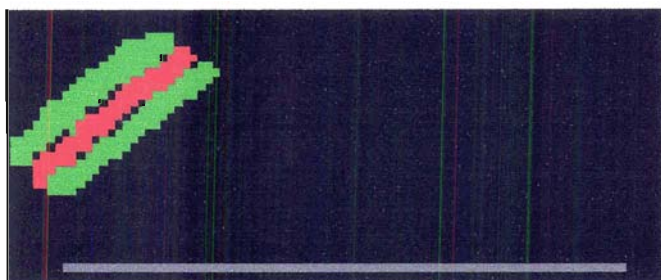


Figura 7.5.4

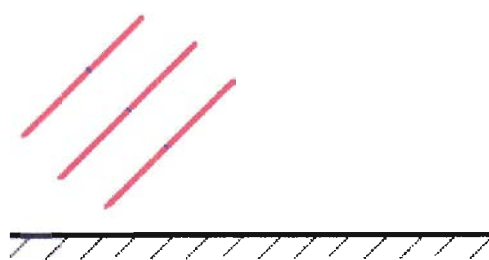


Figura 7.5.5

A onda se propagará em todas as direções (figura 7.5.6), da mesma maneira que acontece quando a régua toca a superfície da água na cuba real. Nesta figura podem ser vistas outras perturbações atrás da perturbação inicial. Desconsiderando essas perturbações, resultado da onda principal, teremos apenas essas frentes de ondas planas. Um modelo geométrico para explicar a reflexão está presente na figura 7.5.7.

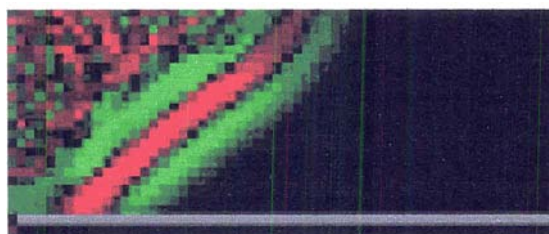


Figura 7.5.6

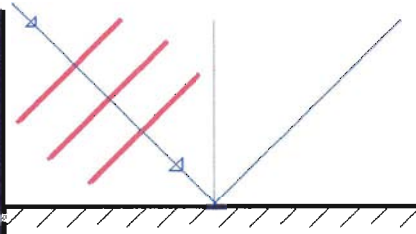


Figura 7.5.7

No modelo geométrico, o professor indicará aos estudantes que a linha cinza representa a Normal, as linhas vermelhas, as frentes de onda incidentes e a linha azul, a direção e o sentido da propagação das ondas.

Após ser refletida pela parede (figura 7.5.8), a onda plana retorna ao meio seguindo uma direção de propagação que possui um ângulo com a normal igual ao da onda incidente com a normal ($\theta = \theta'$) (figura 7.5.9).

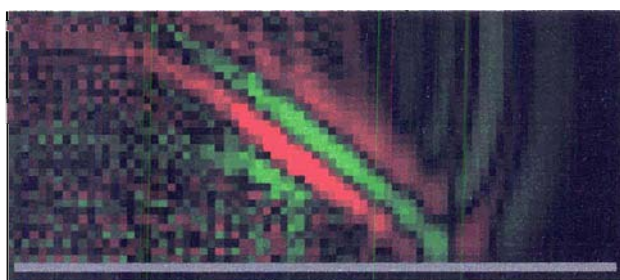


Figura 7.5.8

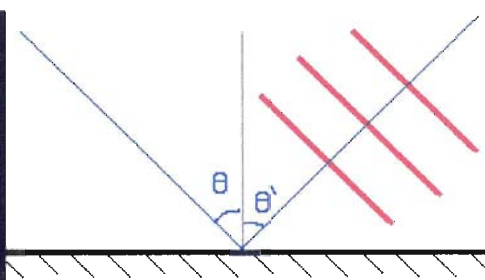


Figura 7.5.9

Para apresentar a reflexão difusa o professor explicará que muitos meios, apesar de serem refletirem a luz, o fazem de maneira não homogênea (aqui ele poderá citar a clorofila que reflete a frequência da luz correspondente ao verde). Usando uma caixa de ovos de papelão cortada como parede refletora da cuba ele poderá construir uma parede refletora irregular. Os alunos verão, ao gerarem uma onda plana para refletir na caixa de ovos, uma

imagem complexa que provavelmente não terá muito significado para eles mas que representa a reflexão da parede.

Neste momento, o professor irá refazer a experiência no simulador, onde a parede lisa refletora será substituída por uma parede rugosa, como a apresentada na figura 7.6.0.



Figura 7.6.0

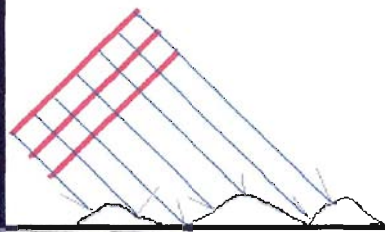


Figura 7.6.1

O modelo geométrico da figura 7.6.0 está construído na figura 7.6.1. e nele estão presentes as linhas de propagação e as normais da superfície onde as linhas tocam a superfície. O professor deverá chamar a atenção dos alunos para a direção que as normais seguem.

Ao ligar o simulador a onda vai propagar-se (figura 7.6.2), tal como na da situação onde havia uma parede lisa (figura 7.5.6).

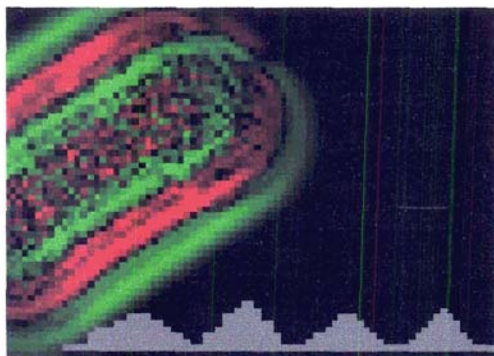


Figura 7.6.2

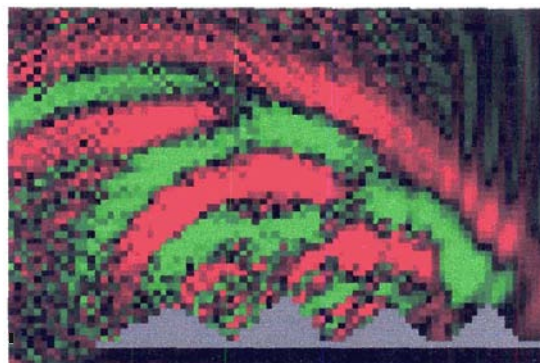


Figura 7.6.3

A figura 7.6.3. possibilita, devido a clareza das cores – que apresentam as posições das cristas (amplitudes positivas) em verde e os vales (amplitudes negativas) em vermelho – observar mais claramente o que acontece após a colisão. O professor, para explicar as duas situações (a experimental e a simulada) irá construir um modelo geométrico (figura 7.6.4) com a direção de propagação das ondas incidentes em vários pontos e a direção de reflexão dessas ondas, obedecendo a lei de reflexão.

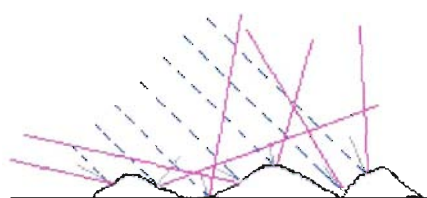


Figura 7.6.4

Na figura 7.6.5 podemos observar as frentes de onda – em vermelho – correspondente a cada direção de propagação após a reflexão – em rosa. A reflexão simples apresentada na figura 7.6.1 mostra como um conjunto de ondas planas paralelas é refletida de maneira uniforme (todas numa única direção). O que não se repete na difusa, representada esquematicamente pela figura 7.6.5, que mostra como a onda se espalha após refletir numa superfície não lisa.

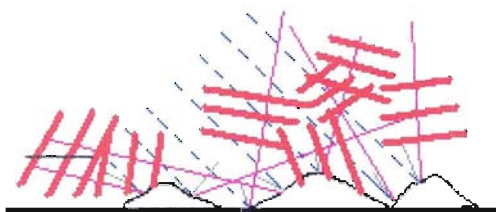


Figura 7.6.5

Tendo concluído a apresentação deste conteúdo, o professor irá exemplificar utilizações deste conhecimento pela sociedade moderna. Um exemplo clássico de utilização de reflexão de ondas está nos instrumentos de comunicação de dados utilizados pela telefonia e pelas redes de computadores: a fibra óptica.

O professor poderá mostrar um conjunto de fibras ópticas presas a uma lanterna e movê-las para mudar a direção da luz, mostrando como a fibra óptica funciona como uma guia de ondas, impedindo que a luz saia pelas laterais.

Com uma garrafa Pet ou uma garrafa de água mineral com água e uma caneta laser o professor poderá montar uma guia de onda. A garrafa, dotada de um furo na parte lateral inferior, deixará fluir um filete de água. Um aluno poderá apontar o laser no furo a partir do outro lado da garrafa, como apresentado pela figura 7.6.6.

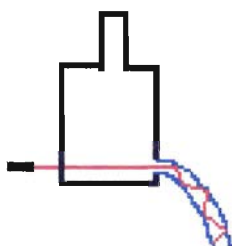


Figura 7.6.6

c. Interferência

O professor irá introduzir, num contexto histórico, o princípio de interferência – ou princípio de superposição – e como ele foi decisivo para a ciência no que se refere ao entendimento das características da luz.

Neste sentido o professor pedirá, antes de dar qualquer conteúdo, uma pesquisa aos estudantes sobre os filósofos gregos da antiguidade e sobre os cientistas Isaac Newton, Christiaan Huygens e Thomas Young procurando saber o que eles achavam sobre a luz, qual era a sua natureza e o que eles escreveram, inventaram ou descobriram sobre ela. A pesquisa terá como base bibliográfica a Internet e enciclopédias multimídia, que deverão estar no laboratório de informática, e enciclopédias impressas e livros da biblioteca do colégio. Serão designados quatro grupos, um para cada cientista e um para pesquisar os filósofos gregos e os alunos escolherão a que grupo vão pertencer. O professor poderá auxiliar os estudantes, sugerindo fontes de pesquisas e palavras-chaves que eles poderão usar na Internet para encontrar assunto pertinente a sua pesquisa. O que eles encontrarem deverá ser entregue ao professor com a origem dos dados e os locais de pesquisa (livros, homepages, etc...). O objetivo não é escrever um relatório para ser entregue, mas fazer uma apresentação de 15 minutos para o restante da turma, apresentando o papel do cientista estudado, o que ele fez e o que acrescentou à ciência no que se refere à luz.

Após a apresentação dos alunos o vídeo “Dualidade Onda-Partícula” da coleção *TV Ontário* será exibido. Ele apresenta, com animações, a história do conhecimento do homem sobre a luz e explica algumas características da teoria corpuscular de Newton, da teoria ondulatória de Huygens e a importância do fenômeno da interferência para a aceitação da teoria ondulatória pela ciência.

O professor já introduziu o conteúdo contextualizando-o historicamente e após a apresentação dos alunos e do vídeo procurará construir com os alunos o saber sobre a interferência. Para isso perguntará o que acontece quando dois carros vão um de encontro ao outro. Espera-se como resposta que acontecerá uma batida. Após a resposta ele fará a mesma pergunta, mas no lugar de carros serão duas ondas transversais.

Alguns alunos podem dizer que acontecerá a mesma coisa que aconteceu com os carros, porque quando duas ondas do mar se chocam voa para todas as direções, o mesmo que acontece com os pedaços dos carros. É neste ponto que o conceito de partícula e onda começam a se separar para os alunos. O professor perguntará o que acontece após a “colisão” de duas ondas. Para facilitar o raciocínio ele montará a cuba de ondas sobre o retroprojeto e deixará que os estudantes tirem suas conclusões.

Na cuba eles poderão gerar ondas circulares com um conta-gotas ou caneta e as ondas planas com uma prancheta, como já feito anteriormente. Seja qual for a onda, eles poderão ver

na cuba e na projeção o que acontece quando duas ondas se chocam. Caso os alunos estejam se atrapalhando muito ou criarem perturbações na superfície muito complexas, o professor poderá sugerir uma forma simples para ver a “colisão” das ondas.

Com a cuba montada, os alunos podem bater levemente uma prancheta (régua) na superfície da água, no sentido do maior comprimento da cuba, para gerar uma onda plana. As ondas vão se chocar com a parede da cuba e retornarão para o meio da cuba aonde irão se encontrar.

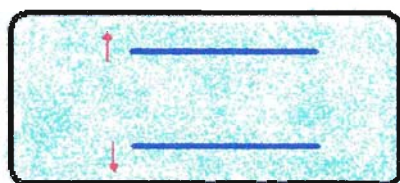


Figura 7.6.7

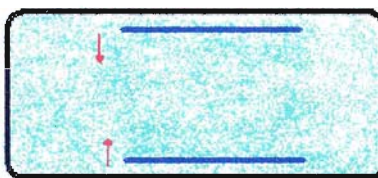


Figura 7.6.8

Esta configuração é melhor, porque o contato da prancheta ou da régua não irá apenas formar duas ondas planas, mas também outras perturbações laterais menores:

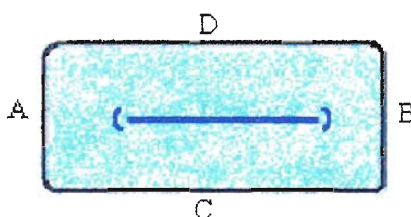


Figura 7.6.9

Mas como a distância entre as bordas A e B é maior do que entre as bordas C e D o reflexo da perturbação lateral vai demorar mais tempo para voltar ao centro da cuba, permitindo que as ondas da figura 7.6.8 retornem e interajam, facilitando a visualização da interferência.

A experiência da cuba de ondas sobre um retroprojektor é às vezes difícil de ser realizada ou de se obter resultados positivos. Portanto o professor utilizará uma cena do vídeo “Ondas estacionárias” da Barsa Vídeos que mostra três molas estendidas para sanar possíveis dúvidas que os alunos tenham tido a partir da realização da experiência. Na primeira, um pulso se desloca da esquerda para a direita, na terceira, um pulso, da direita para a esquerda e na mola do meio há dois pulsos, nas duas extremidades, se deslocando um de encontro ao outro.

Apesar da experiência parecer fácil, encontrar uma mola metálica grande e conseguir o efeito apresentado pelo vídeo seria bastante difícil. Portanto o professor, ao usar o vídeo, poderá dar “pause” em qualquer momento do deslocamento da onda e mostrar como elas

estão se superpondo durante a interação (o que não é viável numa experiência real) e depois elas continuam seu movimento como se nunca tivessem se cruzado.

Após explicar a primeira situação, onde há uma interferência construtiva, o professor poderá avançar a fita para um momento onde a experiência com a mola se repete, mas ocorre uma interferência destrutiva.

Após ver essas duas experiências, o professor poderá repetir a pergunta inicial: O que acontece quando dois carros se chocam? E o que acontece quando duas ondas se chocam?

O objetivo didático dessa pergunta é avaliar se os alunos são capazes de construir o princípio de superposição a partir da observação dessas experiências. Se nem todos os estudantes conseguirem compreender o princípio o professor poderá pedir que ele façam uso do *Applet Java* da página <http://www.fsc.ufsc.br/~ccf/parcerias/ntnujava/index-port.html> no link “princípio de superposição de ondas”.

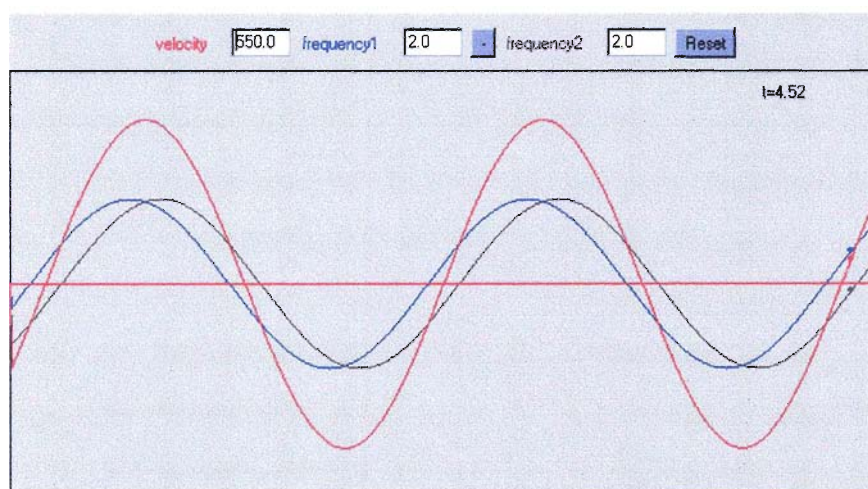


Figura 7.7.0

A figura 7.7.0 apresenta o software. Nele estão presentes duas ondas representadas pelas cores azul e preta cujas características velocidade e frequência podem ser definidas (a velocidade é comum para as duas ondas). A onda gerada pela superposição da onda azul e preta possui é representada pela cor vermelha.

O *Applet Java* permite: alterar a fase da onda negra, alterar a amplitude das ondas azuis e pretas, alterar a passagem de tempo num fator de 1,5, paralisar a simulação e alterar a velocidade das duas ondas simultaneamente.

Escolhendo uma configuração de velocidade igual à 500.0 pixel/s, uma frequência igual à 2.0 para as duas ondas e uma grande redução na passagem do tempo (ao clicar com o botão esquerdo pode-se diminuir a velocidade com que o tempo passa na simulação)

possibilitará visualizarmos as duas ondas com um grande comprimento de onda e em câmera lenta.

Quando o ponteiro do mouse está sobre o applet três bolinhas (vermelha, preta e azul) apontam a amplitude de cada onda para aquela posição no eixo X (figura 7.7.1).

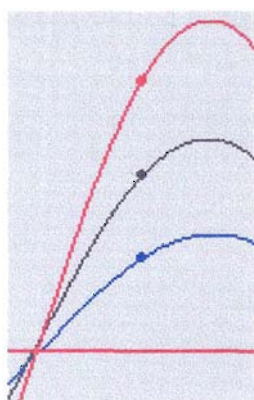


Figura 7.7.1

O professor poderá, portanto, alterar livremente as ondas e mostrar que a onda vermelha, que representa a onda resultante, fruto da interferência da onda azul com a preta, possui uma amplitude dada pela soma algébrica da amplitude das ondas azuis e preta como mostram as figuras 7.7.1, 7.7.2, 7.7.3 e 7.7.4.

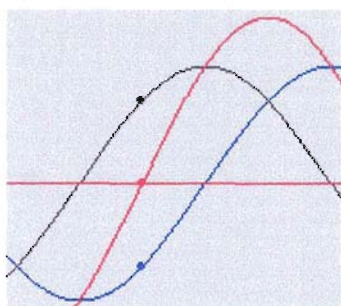


Figura 7.7.2

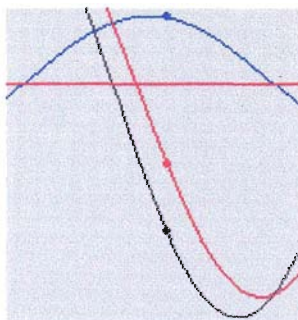


Figura 7.7.3

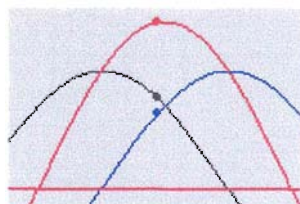


Figura 7.7.4

Neste software todos os conceitos fundamentais podem ser revistos visando uma revisão do conteúdo ou um reforço de aprendizagem. A alteração da fase da onda preta possibilita criar uma interferência construtiva ou destrutiva desde que as duas ondas – azul e preta – tenham a mesma frequência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As práticas didáticas apresentadas não foram testadas e diversos comentários podem ser traçados sobre outras maneiras de se apresentar os conteúdos abordados com outros recursos didáticos.

Também neste exemplo apresentado, outros conteúdos não foram contemplados porque não era nosso interesse definir um itinerário educativo, mas apresentar uma proposta metodológica que fugia da reedição de uma prática didática consolidada, repudiada pelo PCNs por extirpar do aluno a oportunidade de uma leitura crítica do mundo através de uma *“apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado”*. (PCNEM, BRASIL, 1998c, p.22)

Nosso objetivo foi alcançado ao conseguir atender os princípios e finalidades presentes nos PCNEM e na LDB, observando as propostas do parecer 15/98 que sugerem um currículo estruturado a partir dos princípios pedagógicos da identidade, da diversidade, da autonomia e da contextualização. Nem todas as competências e habilidades a serem desenvolvidas em Física foram trabalhadas neste conteúdo, o que já era esperado por estarmos trabalhando com uma pequena parcela do conteúdo.

Quanto à utilização de simulações e vídeos, observo que eles são uma opção, já que nem todos os colégios têm a infra-estrutura de um laboratório mas quase todos já possuem TVs e muitos têm computadores. Contudo eles não substituem a prática experimental. Frente a esse fato, algumas TIC's podem ser usadas para realizações de experiências, para facilitar outras que já existem (como a cuba de ondas sobre o retroprojeto ou a caneta laser) ou como fonte de informação sobre novos procedimentos experimentais. Para as Escolas que não dispõem de um laboratório, as TIC's são novamente aliadas por serem uma via de acesso à informação pertinente para a construção de experimentos de baixo custo.

Assim, a inserção das TIC's possibilita novos horizontes e resta à universidade e ao Estado capacitar os professores e alunos de licenciatura para fazerem uso destas tecnologias educacionais. Isto possibilita um ensino significativo, formação completa, preparando-o a ser capaz de se atualizar, de criticar, de ser trabalhador e, principalmente, de exercer a sua cidadania.

BIBLIOGRÁFICA CONSULTADA

ABIB, Maria Lucia Vital Dos Santos; CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Formação Continuada de Professores numa Perspectiva de Integração entre Escola – Diretoria de Ensino – Universidade. In **Enseñanza de las Ciencias**, Número Extra. VI congresso. 2001.

ALVARENGA, Beatriz; MÁXIMO, Antônio. Curso de Física: volume 2. São Paulo: editora Scipione, 2000, 5º ed., 414p.

AMARAL, Rodrigo. Investimento é mais eficiente nos professores. Folha de São Paulo. São Paulo, 19 ago. 2002. Online.

ANDRÉ, Marli; SIMÕES, Regina H.S; CARVALHO, Janete M.; BRZEZINSKI, Iria. Estado da Arte da Formação de Professores no Brasil. In **Educação & Sociedade**. Ano XX. nº 68. Dez/99.

APARECIDA, Valquíria Pereira da Silva. Uma Avaliação da Experiência de Educação Continuada dos Professores de Física em um Curso de Especialização. In **Enseñanza de las Ciencias**, Número Extra. VI congresso. 2001.

ARRUDA, Ana; MARIA, S.; SILVA, Regina M. S.; SOUZA, Tânia C. S. Visão dos Formadores de Professores sobre a Formação Continuada – Uma Reflexão Necessária. In **Enseñanza de las Ciencias**, Número Extra. VI congresso. 2001.

BARRETO, Raquel Goulart. As políticas de Formação de Professores: Novas Tecnologias e Educação a Distância. Raquel Goulart Barreto (org.) In **Tecnologias Educacionais e Educação a distância: Avaliando Políticas e Práticas**. Rio de Janeiro: Editora Quartet; Rio de Janeiro 2001.

BARRETO, Raquel Goulart. Novas Tecnologias na Escola: Um Recorte Discursivo. Raquel Goulart Barreto (org.). In **Tecnologias Educacionais e Educação a distância: Avaliando Políticas e Práticas**. Rio de Janeiro: Editora Quartet; Rio de Janeiro 2001.

BARSA. **Enciclopédia Barsa**, CD-ROM. 2000.

BELLONI, Maria Luiza. A Integração das Tecnologias de Informação e Comunicação aos Processos Educacionais. Raquel Goulart Barreto (org.). In **Tecnologias Educacionais e Educação a distância: Avaliando Políticas e Práticas**. Rio de Janeiro: Editora Quartet; Rio de Janeiro 2001.

BLADES, David W. Habilidades básicas para o próximo século: desenvolvendo a razão, a revolta e a responsabilidade dos estudantes. In SILVA, Luiz Heron (Org.) **Século XXI: Qual conhecimento? Qual currículo?**. Petrópolis: Editora Vozes, 1999,360p.

BOTELHO , Baker; GLÓRIA, Maria. Museus Virtuais para a Educação em Ciências. In **Enseñanza de las Ciencias**, Número Extra. VI congresso. 2001.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Lei N.º: 9.394. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, 1996. Disponível em: <http://www.mec.gov.br/home/ftp/LDB.doc>. Acessado em 10 de julho de 2002.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Parecer N.º: CEB/CNE 15/98 Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, 1998. Disponível em: <http://www.mec.gov.br/cne/ftp/PCB/PCB1598.doc>. Acessado em 10 de julho de 2002.

BRASIL. Ministério de Educação e do Desporto. Parâmetros Curriculares Nacionais: Parte I-Bases Legais. Brasília, 1998. Disponível em: <http://www.mec.gov.br/semtec/ftp/BasesLegais.doc>. Acessado em 10 de julho de 2002

BRASIL. Ministério de Educação e do Desporto. Parâmetros Curriculares Nacionais: Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 1998. Disponível em: <http://www.mec.gov.br/semtec/ftp/Ciências%20da%20Natureza.doc> . Acessado em 10 de julho de 2002.

BRITÂNICA. **Enciclopédia Britânica Deluxe**, CD-ROM. 2002.

CAMILETTI, Giuseppi; FERRACIOLI, Laércio. A utilização da modelagem computacional semiquantitativa no Estudo do sistema massa-mola. In: Vianna, D. M.; Peduzzi, L. O. Q.; Borges, O. N.; Nardi, R. (Orgs.). **Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. São Paulo: SBF, 2002. (CD-Rom, arquivo: CO11_2.pdf). Disponível em: http://www.sbf1.if.usp.br/eventos/epef/viii/PDFs/CO11_2.pdf . Acessado em 10 de julho de 2002.

CASTRO, Marcelo Macedo Corrêa . O Jogo dos Sentidos Compartilhados. Raquel Goulart Barreto (org.). In **Tecnologias Educacionais e Educação a distância: Avaliando Políticas e Práticas**. Rio de Janeiro: Editora Quartet; Rio de Janeiro 2001.

CAVALCANTE. M. A., PIFFER. A., NAKAMURA. P. : O Uso da Internet na compreensão de temas de Física Moderna para o Ensino Médio. in **Revista Brasileira de Ensino de Física**, V.23, nº 1, março 2001.

CAVALCANTI. M. O profissional da sociedade do conhecimento. in **PRODERJ.COMunicando**. Ano 01, nº04 de 2001

CHALUB, Ana Luiza. Professora facilitadora do ProInfo conta como a informática achou seu lugar na escola pública. In **Jornal do MEC**. Brasília: Ano IX. Nº 14. Outubro, 2001.

CORTELLA, M. S. Informatofobia e Informatolatria: Equívocos em Educação. In: Revista Acesso.São Paulo: CIED, Dezembro, 1995, p.32-35.

CYSNEIROS, Paulo Gileno. Programa Nacional de Informática na Educação: Novas Tecnologias, Velhas Estruturas. Raquel Goulart Barreto (org.). In **Tecnologias Educacionais e Educação a distância: Avaliando Políticas e Práticas**. Rio de Janeiro: Editora Quartet; Rio de Janeiro 2001.

DÁVILA. S. Você está viciado em internet quando...in **Folha de São Paulo**, Netcetera, de 14 de agosto de 2001.

ECO. U. O dilúvio da informação. in **Veja Digital**. Sociedade da Informação, de 4 de dezembro de 2000.

FAPERJ. Internet na recuperação de jovens. In **FAPERJ 2000**. Rio de Janeiro, agosto/setembro de 2001. Ano III. nº 19.

FERRARRO, Nicolau G.; PENTEADO, Paulo C.; SOARES, Paulo Toledo; TORRES, Carlos M. Física, Ciência e Tecnologia: Volume Único. São Paulo: Editora Moderna, 2002, 664p.

GASPAR, Alberto. **Física 2: Ondas, Óptica e Termodinâmica**. São Paulo: Editora Ática, 2000, 416p.

GATTI, Bernadete. O Novo Cenário Social: As Tecnologias e as Novas Relações Sociais e de Trabalho. In **Formação de Professores**. Campinas: Ed. Autores Associados. 1997.

GATTI, Bernadete. Questões em torno da qualidade de formação de ... In **Formação de Professores**. Campinas: Ed. Autores Associados. 1997.

GONÇALVES, Aureliano; TOSCANO, Carlos. **Física para o Ensino Médio: Volume Único**. São Paulo: Editora Scipione, 2002, Série Parâmetros, 480p.

GRAF. **Física 2: física térmica e óptica**. São Paulo: Edusp, 1999. 366p.

GUIMARÃES, Gláucia Campos. TV na Escola. Raquel Goulart Barreto (org.). In **Tecnologias Educacionais e Educação a distância: Avaliando Políticas e Práticas**. Rio de Janeiro: Editora Quartet; Rio de Janeiro 2001.

GUIMARÃES, Luiz A.; BOA, Marcelo C. F. **Física para o 2º Grau: Eletricidade e Ondas**. São Paulo: Editora Harba, 1997. 288p.

HAAG, Rafael. Utilizando a Placa de Som do Micro PC no Laboratório Didático de Física. In **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Vol. 23. nº 2, Junho, 2001, p.176-183. Disponível em: http://pcsb11.if.usp.br/WWW_pages/Journals/RBEF/Vol23/Num2/v23_176.pdf. Acessado em 10 de julho de 2002.

HAAG, Rafael. Utilizando a Placa de Som do Micro PC no Laboratório Didático de Física. In **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Vol. 23. nº 2. Junho, 2001.

HISANO, Jorge; UTGES, Graciela. Simulaciones em la Enseñanza de la Física. Un análisis de sus aportes en la comprensión conceptual a partir de una experiencia en electromagnetismo. In MOREIRA, Marco A. (edit) **Atas do VII Conferência Interamericana sobre Educação em Física**. Caneca: Instituto de Física, 2001, 146p. (CD-Rom)

KENNETH. T. Investigación Didáctica. Internet como instrumento de formación de los maestros de ciencias: ¿ Agente transformador o catalizador de la reproducción cultural? in **Enseñanza de las Ciencias**, 1991 17(2), Pág. 155-164.

KENSKI, Vani Moreira. Em Direção a uma Ação Docente Mediada pelas Tecnologias Digitais. Raquel Goulart Barreto (org.). In **Tecnologias Educacionais e Educação a distância: Avaliando Políticas e Práticas**. Rio de Janeiro: Editora Quartet; Rio de Janeiro 2001.

KENSKI, Vani Moreira. O Papel do Professor na Sociedade Digital. In: Castro, Amélia Domingues; Carvalho, Anna Maria Pessoa (org) **Ensinar a Ensinar**. São Paulo: Editora Pioneira Thomson Learning. 2001. Cap. 5, p. 95-106.

KENSKI. V. M. Novas tecnologias, desafio para a escola. in Jornal eletrônico **Jornal do Brasil**. 12 de novembro de 2000.

LEON, Cañal et al. Desarrollo y experimentación de un material didáctico multimedia para la formación del profesorado en el diseño de unidades didácticas basadas en una estrategia de enseñanza por investigación. In Enseñanza de las Ciencias, IV, 2001 Barcelona,

Comunicaciones, Barcelona: ICEde la Universitat Autònoma de Barcelona, 2001, P. 455-456.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. São Paulo: Editora 34, 1999.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 1999.

LÉVY, P. O digital e a inteligência coletiva. in **Folha de São Paulo**, de 06 de julho de 1997.

LINHARES, Marília Paixão; DAMATO, Ana Paula; SANTOS, Marly da Silva. Buscando Novas Propostas para a Formação Continuada. In **Enseñanza de las Ciencias**, Número Extra. VI congresso. 2001.

LLITJÓS, A.et al. Ciencia en el siglo XXI: Enseñanza de las Ciencias y entornos telemáticos interactivos. In Enseñanza de las Ciencias, IV, 2001 Barcelona, **Comunicaciones**, Barcelona: ICEde la Universitat Autònoma de Barcelona, 2001, P. 149-150.

MACHADO. N. J. Informática na escola: Significado do computador no processo educacional. in **Revista Acesso**. CIED SP. Dezembro, 93.

MAGALHÃES, Ligia Karam Corrêa. Programa TV Escola: O dito e o Visto. Raquel Goulart Barreto (org.). In **Tecnologias Educacionais e Educação a distância: Avaliando Políticas e Práticas**. Rio de Janeiro: Editora Quartet; Rio de Janeiro 2001.

MENEZES , Heitor. Música virtual ao alcance da Escola. In **Jornal do MEC**. Brasília: Ano IX. Nº 14. Outubro, 2001.

MERCADO. L. P. L. A internet como ambiente de pesquisa da Escola. in **Revista presença pedagógica**. V.7, nº38, Mar/abr de 2001, P. 53 à 65.

MICROSOFT. **Encyclopaedia Encarta**, CD-ROM. 1995.

MICROSOFT. **Enciclopédia Encarta**, CD-ROM. 2000.

MICROSOFT. **Enciclopédia Encarta**, CD-ROM. 2002.

MIGLIORI. R. O Mundo Mudou e Agora Educador, o Que Fazer? 1995.

MONTARROYOS, Erivaldo; MAGNO, Wictor C. Aquisição de Dados com a Placa de Som do computador. In **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Vol.23, no. 1. Março, 2001, p. 57-62. Disponível em: http://pcsb11.if.usp.br/WWW_pages/Journals/RBEF/Vol23/Num2/v23_57.pdf. Acessado em 10 de julho de 2002.

NEGROPONTE. N. Computadores Comestíveis. in **WebJornal UOL**.

NOVOS DISCURSOS DO SABER. in **WebJornal Gazet Mercantil**, 08 de maio de 2001.

OLIVEIRA, Celina Couto; COSTA, José Wilson; MOREIRA, Mercia. O papel do professor na sociedade digital. In **Ambientes informatizados de aprendizagem: produção e avaliação de software educativo**. São Paulo: Papirus Editora. 2001.

OLIVEIRA, Ramon. **Informática Educativa**. 5º Edição. Campinas: Editora Papirus. 2001.

PARADELLA. C. L., PARADELLA. C. L. A Utópica Informática Educativa. In **Momento Pedagógico**.

PENHA, Maria Luiza. **Fernando de Azevedo: Educação e Transformação**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1987, p.183-201.

PENIN, Sonia Teresinha de Souza. Didática e Cultura: O Ensino comprometido com o social e a contemporaneidade. In: Castro, Amélia Domingues; Carvalho, Anna Maria Pessoa (org) **Ensinar a Ensinar**. São Paulo: Editora Pioneira Thomson Learning. 2001. Cap. 2, p. 33-51.

PRETTO, Nelson L. Desafios para a educação na era da informação: o presencial, à distância, as mesmas políticas e o de sempre. In BARRETO, R.G. (org.) **Tecnologias Educacionais e Educação a Distância: avaliando políticas e práticas**. Rio de Janeiro: Quartet, 2001, p.29-53.

PROJETO VISA A DEMOCRATIZAÇÃO DO ACESSO À INTERNET. in **Governo Eletrônico**, 11 de junho de 2001.

REIS, Ernesto M.; RAPKIEWICZ, Clevis E.; LINHARES, Marília P. Uma proposta para formação tecnológica integrada de professores de ciências do ensino médio no norte fluminense através de um ambiente virtual com ênfase no meio ambiente. In: Vianna, D. M.; Peduzzi, L. O. Q.; Borges, O. N.; Nardi, R. (Orgs.). **Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. São Paulo: SBF, 2002. (CD-Rom, arquivo: PA5_01.pdf). Disponível em: http://www.sbf1.if.usp.br/eventos/epef/viii/PDFs/PA5_01.pdf . Acessado em 10 de julho de 2002.

REIS, Ernesto Macedo. **Desenvolvimento e avaliação de um ambiente construtivista de aprendizagem a distância para a formação continuada de professores**

de Física do nível médio na Internet. Rio de Janeiro: UFRJ, Instituto de Matemática e Núcleo de Computação Eletrônica., 2001. (Dissertação, Mestrado). 106p.

REZENDE, Flávia; BARROS, Susana de Souza. Desenho Instrucional de um sistema Hipermídia para Aprendizagem de Física Baseado em Elementos de Mudança e do Desenvolvimento Conceituais. In **Enseñanza de las Ciencias**. Número Extra. VI congresso. 2001.

RIBAS JUNIOR, Fabio B. A realidade do ensino básico no Brasil: Um pano de fundo para refletir sobre as tecnologias de ensino. In **Revista Acesso**. São Paulo: SIED. Dez de 1993.

ROSA, Paulo R. S. – O uso dos recursos audiovisuais e o Ensino de Ciências – **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, V.17, n.1, p.33-49, abril, 2000.

ROSA, Paulo Ricardo da Silva. O Uso de Computadores no Ensino de Física. Parte I: Potencialidades e Uso Real. In **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Vol. 17. Nº 2. Junho, 1995.

ROSSING, Thomas D.; CHIAVERINA, Chistopher J. Light and sound: two important subjects for teachers. In MOREIRA, Marco A. (edit) **Atas do VII Conferência Interamericana sobre Educação em Física**. Caneca: Instituto de Física, 2001, 146p. (CD-Rom)

SCHIEL, Dietrich et al. Mecânica Gráfica, um Exemplo de Ensino de Física na WWW – **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Vol. 20. nº 4. Dezembro, 1998.

SCWARTZ. G. Dados superestimam uso da internet em escolas dos EUA. in **Folha de São Paulo**, Tendências Internacionais, de 22 de abril de 2001.

Seed/MEC; UniRede. **TV na Escola e os Desafios de hoje – Experimentação: Planejando, Produzindo, Analizando**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001, 2ª Edição, 145p.

Seed/MEC; UniRede. **TV na Escola e os Desafios de hoje – Guia de curso**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001, 2ª Edição.

Seed/MEC; UniRede. **TV na Escola e os Desafios de hoje – Tecnologias e Educação: Desafios e a TV Escola**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001, 2ª Edição, 116p.

Seed/MEC; UniRede. **TV na Escola e os Desafios de hoje – Uso da Televisão e do Vídeo na Escola**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001, 2ª Edição, 189p.

CO22_3.pdf). Disponível em: http://www.sbf1.if.usp.br/eventos/epf/viii/PDFs/CO22_3.pdf . Acessado em 10 de julho de 2002.

VICTOR, Rodolfo; FERRACIOLI, Lacercio. A utilização da modelagem computacional no laboratório de Física Básica. In: Vianna, D. M.; Peduzzi, L. O. Q.; Borges, O. N.; Nardi, R. (Orgs.). **Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. São Paulo: SBF, 2002. (CD-Rom, arquivo: PA1_10.pdf). Disponível em: http://www.sbf1.if.usp.br/eventos/epf/viii/PDFs/PA1_10.pdf . Acessado em 10 de julho de 2002.

WHEELER, Paul A.; ROSSING, Thomas D. Teaching acoustic on the Internet. In MOREIRA, Marco A. (edit) **Atas do VII Conferência Interamericana sobre Educação em Física**. Caneca: Instituto de Física, 2001, 146p. (CD-Rom)

YAMATO, Issao; BARBETA, Vagner Bernal. Simulações de Experiências como Ferramentas de Demonstração Virtual em Aulas de Teoria de Física – **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Vol. 23.nº2. Junho, 2001, p.215-225. Disponível em: http://pcsbfl.if.usp.br/WWW_pages/Journals/RBEF/Vol23/Num2/v23_215.pdf. Acessado em 10 de julho de 2002.